GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 170－2001
eqv ITU-T J.83

有线数字电视广播
信道编码与调制规范

Specification of framing structure, channel coding and modulation for digital cable broadcasting system

2001-05-24 发布　　2001-07-01 实施

国家广播电影电视总局　发布

目　　次

前言
ITU 前言
1 范围 ……1
2 引用标准 ……1
3 符号和缩略语……1
4 有线数字电视广播系统……3
5 MPEG-2 传送层 …… 4
6 帧结构……5
7 信道编码……5
8 字节到符号的映射……7
9 调制……8
10 数字信号电平……11
11 数字频道的载频……11
附录 A（标准的附录） MPEG-2 数据信号的接口 ……12
附录 B（提示的附录） QAM 调制特性……40
附录 C（提示的附录） 基带滤波器特性……41
附录 D（提示的附录） 有线网的透明性 ……42

前　言

本标准等效采用国际电信联盟 ITU-T J.83 建议书《电视、声音和数据业务有线分配的数字多节目系统》（DIGITAL MULTI-PROGRAMME SYSTEMS FOR TELEVISION, SOUND AND DATA SERVICES FOR CABLE DISTRIBUTION），并参考了国际电工委员会 IEC 60728-9《电视和声音信号的有线分配系统 第 9 部分：用于数字已调信号的有线分配系统接口》（CABLED DISTRIBUTION SYSTEMS FOR TELEVISION AND SOUND SIGNALS - PART 9: INTERFACES OF CABLED DISTRIBUTION SYSTEMS FOR DIGITALLY MODULATED SIGNALS）。

本标准规定了有线数字电视广播系统的帧结构、信道编码和调制，以 MPEG-2 系统层为基础，加上适当的前向误码纠错（FEC）技术，提出了与卫星传送相协调的有线数字电视广播系统标准。标准所规定的系统对于卫星传送的多节目数字电视调制/信道编码系统是透明的。该系统采用正交幅度调制（QAM），考虑到我国有线电视网络现状，建议在 16、32、64、128、256-QAM 中选用。该系统设计的 FEC 可将比特误码率（BER）降至 10^{-10} 至 10^{-11}，确保了传送中每小时只出现约一个未纠正的误码事件的“准无误码”（QEF）工作。

本标准概述了有线数字电视广播系统，规范了数字信号的信道编码和调制方法，详细描述了发端信号处理的步骤，以此保证不同厂商开发的设备之间的兼容性。为确保标准尽快、有效地实施，特就 MPEG-2 数据信号接口做了详细规定。同时为满足业务的质量要求，本标准还定义了系统的部分性能指标。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B、附录 C 和附录 D 都是提示的附录。

本标准由全国广播电视标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家广播电影电视总局标准化规划研究所、成都新泰克电子有限公司、四川长虹电子集团公司、深圳华为技术有限公司。

本标准主要起草人：杜百川、高少君、葛建华、陈宁、金罗军、李熠星、王东、马铁桥、陈小英。

ITU 前 言

ITU-T (电信标准化分部)是国际电信联盟(ITU)的一个永久性机构。ITU-T 负责研究制定全球电信标准化方面的有关技术、操作和关税方面的建议书。

世界电信标准化会议(WTSC)每四年召开一次，在大会上确定由 ITU-T 研究小组研究的主题，然后生成有关这些主题的建议书。

ITU-T 成员通过各项建议书，要按照 WTSC 第 1 号决议中规定的程序(日内瓦，1997 年 10 月)。ITU-T J.83 建议书的第二版由 ITU-T 第 9 研究小组 (1997-2000)负责起草，依照 WTSC 第 1 号决议的程序，连同补充件 1 和补充件 2 一起分别于 1996 年 10 月 17 日和 1997 年 4 月 22 日通过。

中华人民共和国广播电影电视行业标准

有线数字电视广播信道编码与调制规范

GY/T 170－2001
eqv ITU-T J.83

Specification of framing structure, channel coding and modulation for digital cable broadcasting system

1 范围

本标准规定了在有线电视广播系统中传送数字电视的帧结构、信道编码和调制方式。

本标准适用于有线传输的数字多路节目电视/高清晰度电视业务分配的信道编码和调制系统。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 17700-1999　卫星数字电视广播信道编码和调制

GB/T 17975.1-2000 信息技术 运动图像及其伴音信号的通用编码 第 1 部分：系统

GB/T 17953-2000　4:2:2 数字分量图像信号的接口

ITU-T G.651　50/125 μm 多模梯度光纤光缆的特性

ITU-T G.652　单模光纤光缆的特性

ITU-T G.703　系列数字接口的物理/电特性

IEC 793-2　光纤，第二部分：产品规格

IEC 874-14　光纤和光缆的接头，第 14 部分：SC 型光纤接头的截面说明

IEC 60728-6　电视和声音信号的有线分配系统，第 6 部分：光设备

3 符号和缩略语

3.1 符号

本标准使用了下述符号：

α　滚降系数

A_k，B_k　字节到 m 位（m-tuple）变换器输出的最高位

f_0　信道中心频率

f_N　奈奎斯特频率

g(x)　里德-所罗门（RS） 码生成多项式

HEX　十六进制

I　交织深度（字节）

I,Q　调制信号的同相、正交相位分量

j　分支序号

k　映射至 n 个符号的字节数

m　2^m级 QAM 的幂次：对 16、32、64、128、256-QAM 幂次分别为 4、5、6、7、8

M　j = 1, M = N/I 时，卷积交织分支深度

n　由 k 个字节映射的符号数

N　误码保护帧长度（字节）

国家广播电影电视总局2001-05-24 批准　　2001-07-01 实施

p(x)　　里德-所罗门（RS）域生成多项式
r_m　　带内纹波（dB）
R　　随机化序列
R_S　　已调制信号双边带奈奎斯特带宽对应的符号率
R_u　　在 MPEG-2 传送复用器之后的有用比特率
$R_{u'}$　　经 RS 外码编码后的比特率
q　　比特数：对 16、32、64、128、256-QAM 为 2、3、4、5、6
T　　在 RS 误码保护包中,误码可被纠正的字节数
T_S　　符号周期

3.2 缩略语

8B/10B　　8 比特到 10 比特变换
ACCP　　累加相位
ACCT　　累加时间
ASI　　异步串行接口
BB　　基带
BER　　比特误码率
DFB　　分布反馈
DJ　　确定性抖动
DVALID　　数据有效
DVB　　数字视频广播
ETS　　欧洲电信标准
FC　　光纤通道
FEC　　前向纠错
FIFO　　先进先出
FWHM　　全宽度半最大值
IEC　　国际电工委员会
IF　　中频
IRD　　综合解码接收机
ISO　　国际标准组织
ITU-R　　国际电信联盟无线电通讯部
ITU-T　　国际电信联盟电信部
LED　　发光二极管
LSB　　最低有效位
LVDS　　低压差分信号
MPEG　　运动图像专家组
MSB　　最高有效位
MUX　　复用
NRZ　　非归零码
OSC　　振荡器
PID　　包指示符
PDH　　准同步数字体系
PLL　　锁相环
PRBS　　伪随机二进制序列
PSYNC　　包同步
QAM　　正交幅度调制
QEF　　准无误码
QPSK　　正交相移键控
RD　　游程不等性
RF　　射频

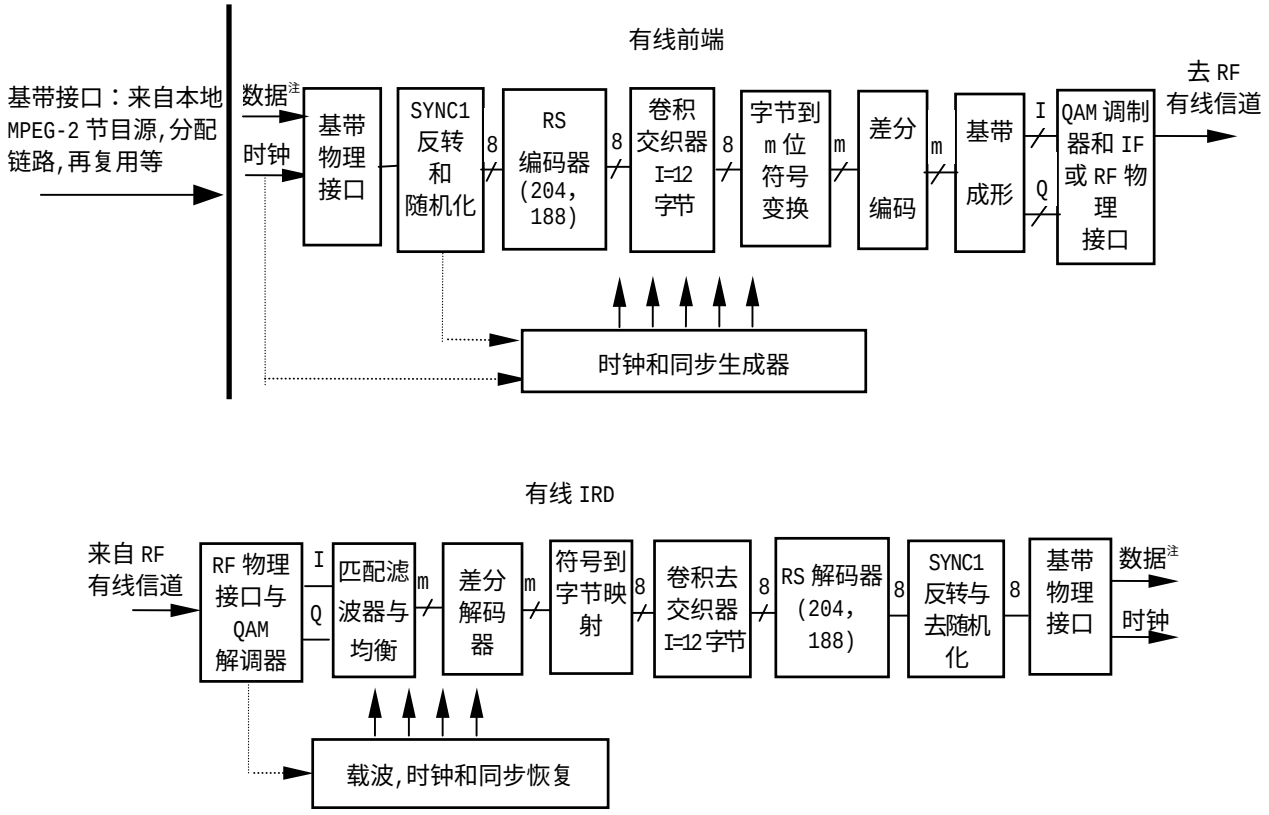
RJ	随机抖动
RMS	均方根
RS	里德-所罗门
SPI	同步并行接口
SSI	同步串行接口
SYNC	同步
TS	传送流
VCO	压控振荡器

4 有线数字电视广播系统

本标准定义的有线系统由图 1 中的各功能块组成，将基带电视信号与有线信道特性进行适配。在有线前端，可考虑下述电视基带信号源：

-卫星信号；
-其它外来信号；
-本地节目源。

下面章节中的处理过程均应按照图 1 所示进行。



注：MPEG-2 传送复用包

图 1　有线前端与接收的原理框图

4.1 基带接口与同步

经过此单元的处理，使数据结构与信号源格式相适配。该单元中的信号帧结构应与含同步字节的 MPEG-2 传送层一致。接口定义见附录 A。

4.2 SYNC1 变换和随机化

该单元根据 MPEG-2 帧结构将 SYNC1 字节进行反转，同时为实现频谱成形，对数据流进行随机化处理。

4.3 RS 编码器

该单元使用截短的 RS(204,188)编码，对每一个已随机化的传送包进行处理，产生一个误码保护包。同样，对同步字节本身也使用这种编码。

4.4 卷积交织器

该单元完成一个深度 I = 12 的误码保护包的卷积交织，同步字节的周期保持不变。

4.5 字节变换到 m 比特符号（m-tuple）

该单元将交织器产生的字节变换为 QAM 符号。

4.6 差分编码

该单元对每个符号的两个最高有效位（MSBs）进行差分编码，从而获得旋转不变的星座图。

4.7 基带成形

该单元将经过差分编码的 m 比特符号映射为 I、Q 信号，在 QAM 调制前，对 I、Q 信号进行升余弦平方根滚降滤波。

4.8 QAM 调制和物理接口

该单元对信号进行 QAM 调制。随后，将 QAM 已调信号通过 IF 或 RF 接口送至射频信道。

4.9 有线数字电视接收

按照上述调制处理，系统接收设备要完成信号逆处理，从而获得基带信号。

5 MPEG-2 传送层

有线数字电视传送采用 GB/T 17975.1-2000 中规定的 MPEG-2 传送层，见图 2。MPEG-2 数据传送层由 188 个字节的包组成，其中，一个字节用于同步，包头的另三个字节用于业务识别、加扰和控制信息，随后是 184 字节 MPEG-2 数据或附加数据。

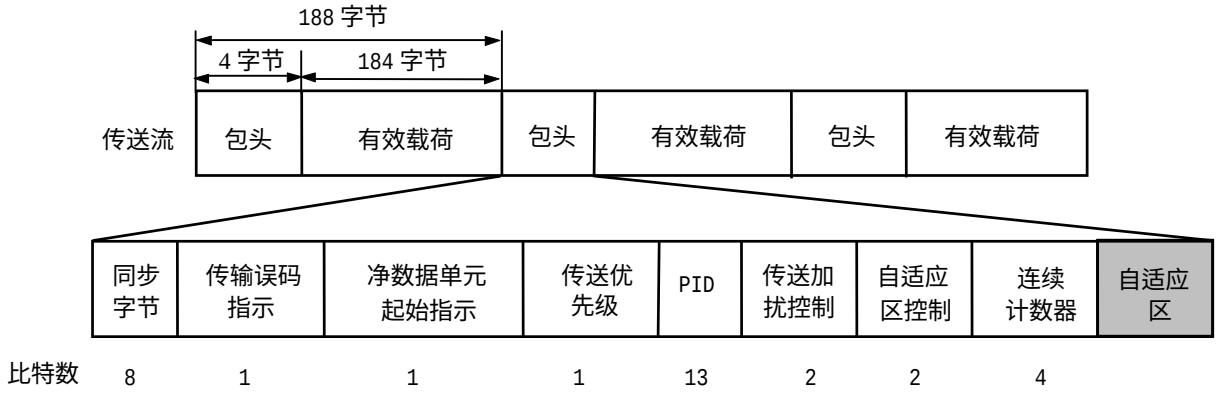
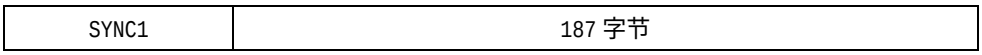


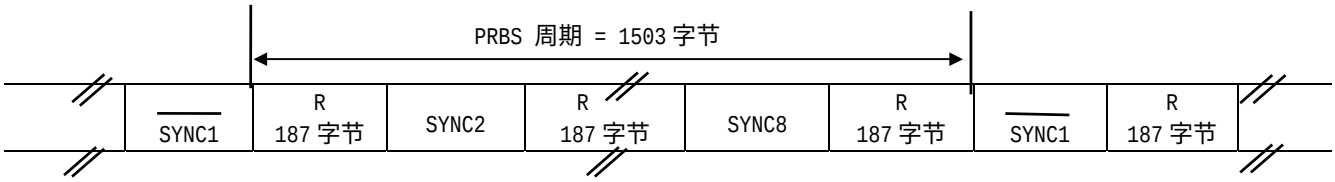
图 2　MPEG-2 传送码流结构

6 帧结构

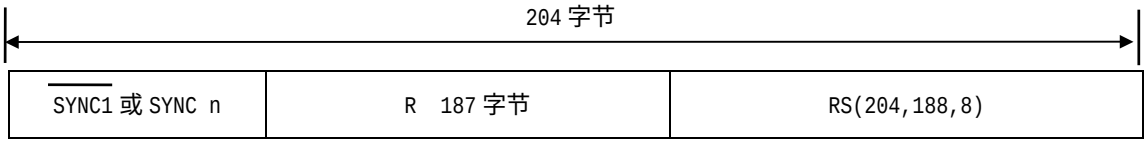
帧的组成结构基于 MPEG-2 传送包结构。该系统的帧结构示于图 3。



(a)　MPEG-2 传送复用（MUX）包



(b)　随机化传送包：同步字节和随机化序列 R



(c)　RS(204,188,T=8)码误码保护包

(d)　交织帧；交织深度 I=12 字节

$\overline{\text{SYNC1}}$ = 未随机化的同步字节补码
SYNCn = 未随机化的同步字节，n = 2,3,....,8

图 3　帧结构

7 信道编码

为满足有线数字电视广播误码保护要求，使用基于 RS 码编码的 FEC。与卫星传送系统不同，有线传送不使用卷积编码，而使用字节交织来实现抗突发误码保护。

7.1 频谱成形随机化

系统输入码流为 MPEG-2 传送 MUX 包，包长为固定长度（见图 3），总长是 188 字节，其中包括一个同步字节（即 47_{HEX}）。发送端的处理顺序始终是从同步字节（即 01000111）的 MSB（即 0）开始。

MPEG-2 传送复用器输出端的数据应按图 4 所示的结构进行随机化，这样即可与 GB/T 17700-1999 中的卫星系统相兼容，又保证了时钟恢复有足够的二电平过渡。

伪随机二进制序列（PRBS）生成的生成多项式如下：

$$1 + X^{14} + X^{15}$$

如图 4 所示，在每 8 个传送包的开始时将序列“100101010000000”装入 PRBS 计数器，使其初始化。在一个 8 个包长的组中，第一个包的 MPEG-2 同步字节应逐比特倒相，从 47_{HEX} 变为 $B8_{HEX}$，这样处理是为了给解扰器提供一个启动信号。

PRBS 生成输出的第一个比特应作用于已倒相的 MPEG-2 同步字节(即 $B8_{HEX}$)后的第一个字节中的第一位。为了实现其它同步功能， 在后继的 7 个传送包的 MPEG-2 同步字节持续期间，PRBS 继续工作，但其输出是无效的，不对这些字节进行随机化。因此，PRBS 序列的周期应为 1503 个字节。

当调制器没有比特流输入或输入比特流与 MPEG-2 传送码流格式(即 1 个同步字节+187 个数据包字节)不兼容时，随机化过程仍将持续进行。这样可避免调制器输出未调制载波。

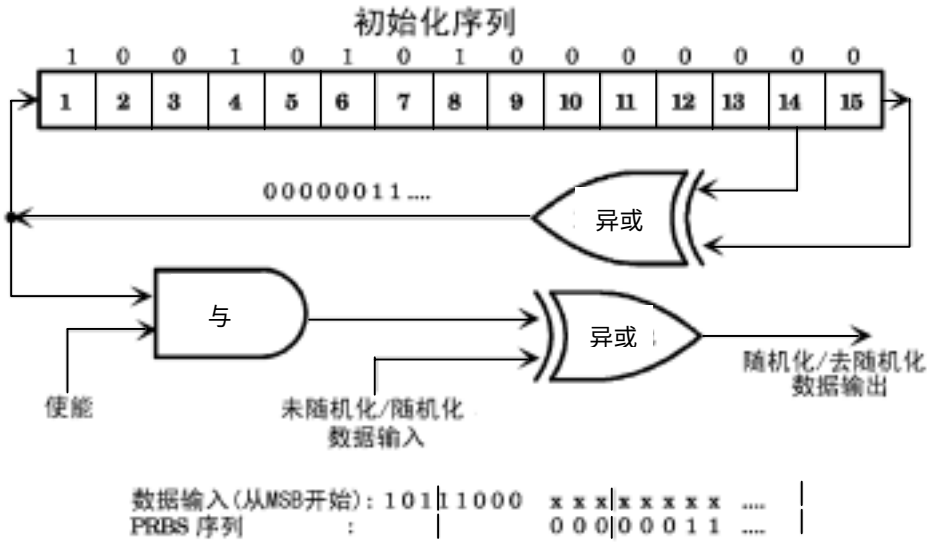


图 4　随机化与去随机化原理框图

7.2 RS 编码

在能量扩散随机化处理之后,采用 T = 8、截短的 RS 编码,并将其加到每一个已经随机化的 MPEG-2 传送包上。即对每个传送包而言，可纠正 8 个错误字节。此过程在 MPEG-2 传送包中增加了 16 个校验字节，码字为（204，188）。

注：RS 编码同样也作用于包同步字节，不论是未倒相的(即 47_{HEX})还是已倒相的(即 $B8_{HEX}$)。

码生成多项式： $g(x)=(x+\lambda^0)(x+\lambda^1)(x+\lambda^2)...(x+\lambda^{15})$ 这里$\lambda=02_{HEX}$ ；

域生成多项式： $p(x)=x^8+x^4+x^3+x^2+1$

此处截短的 RS 码的实现方式是在(255,239)编码器输入端输入信息字节之前，添加 51 个字节，并设置为全零。编码后，再将这些空字节丢弃。

7.3 卷积交织

对误码保护包进行深度为 I = 12 的卷积交织，如图 5 所示，这样即生成一个交织帧（见图 3c）。已交织的帧由交叠的误码保护包组成，且以 MPEG－2 同步字节为边界（保留 204 个字节的周期性）。

交织器由 I=12 个分支构成，由输入开关循环地轮流接通输入的字节流。每个分支都有一个先进先出（FIFO）移位寄存器，且深度为 M×j（其中 M=17=N/I,N=204=误码保护帧长度，I=12=交织深度，j=分支序号)。FIFO 移位寄存器为一个字节，且输入输出开关同步。

为了实现同步，不论什么情况下，都是将同步字节及倒相的同步字节送至交织器的分支‘0’(相当于零延时)。

注：去交织器和交织器在原理上相类似，但是分支序号恰好相反(即 j=0 相当于最大的延时)。去交织器的同步可通过将第一个可识别的同步字节传送到‘0’号分支来实现。

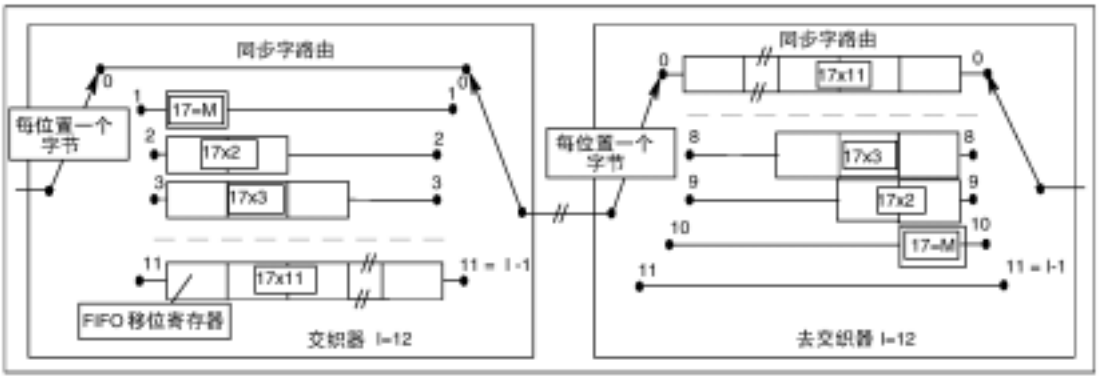


图 5　RS(204,188)编码时的卷积交织器与去交织器原理框图

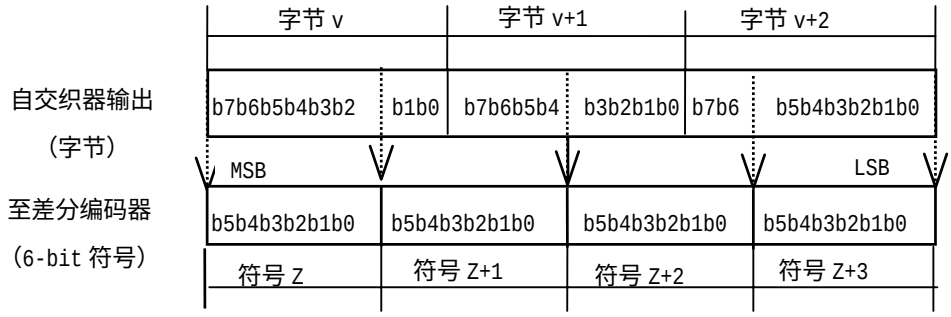
8 字节到符号的映射

经卷积交织后，要进行字节到符号的准确映射。对于不同级别的 QAM 调制，映射的符号数不同。

在任何情况下，符号 Z 的 MSB 都应取字节 V 的 MSB。相应的，该符号的下一个有效位应取字节的下一个有效位。2^m-QAM 调制情况下，该处理即将 k 个字节映射到 n 个符号，例如：

$$8k = n \times m$$

64-QAM 情况下的处理在图 6 中有详细说明（这里 m＝6，k＝3，n＝4）：



注 1：b0 为每个字节或 m 比特符号（m-tuple）的最低有效位（LSB）。

注 2：这个变换中，每个字节产生的 m 比特符号不止一个，分别标为 Z、Z＋1 等，且 Z 在 Z＋1 之前传送。

图 6　用于 64-QAM 的字节到 m 比特符号变换

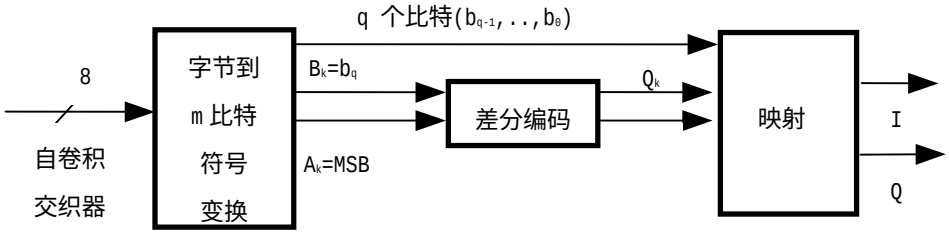
为获得π/2 旋转不变的 QAM 星座，对每个符号的两个最高有效位进行差分编码。两个 MSB 的差分编码由下面的布尔表达式给出：

$$I_k = \overline{(A_k \oplus B_k)} \,.\, (A_k \oplus I_{k-1}) + (A_k \oplus B_k) \,.\, (A_k \oplus Q_{k-1})$$

$$Q_k = (A_k \oplus B_k) \,.\, (B_k \oplus Q_{k-1}) + (A_k \oplus B_k) \,.\, (B_k \oplus I_{k-1})$$

注：上述布尔表达式中“⊕”表示异或（EXOR）运算，“＋”表示逻辑或（OR）运算，“.”表示逻辑与（AND）运算，上划线为倒相。

图 7 给出了一个实现字节到符号变换的例子。

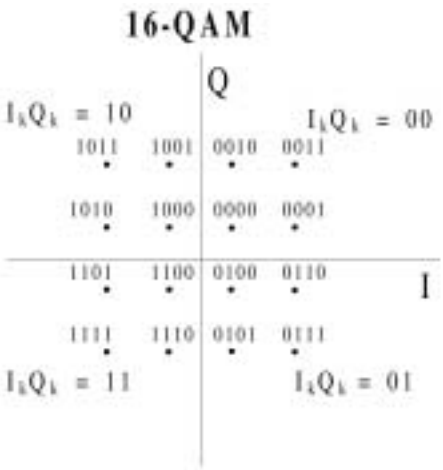


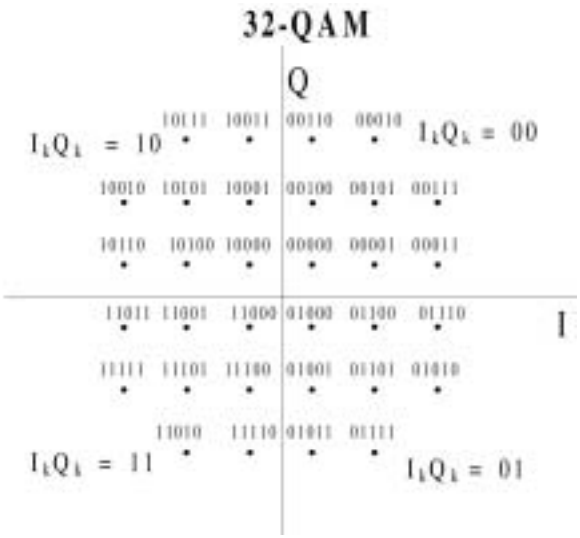
q = 2，16-QAM 时
3，32-QAM 时
4，64-QAM 时
5，128-QAM 时
6，256-QAM 时

图 7　字节到 m 比特符号变换、两位 MSB 差分编码例

9　调制

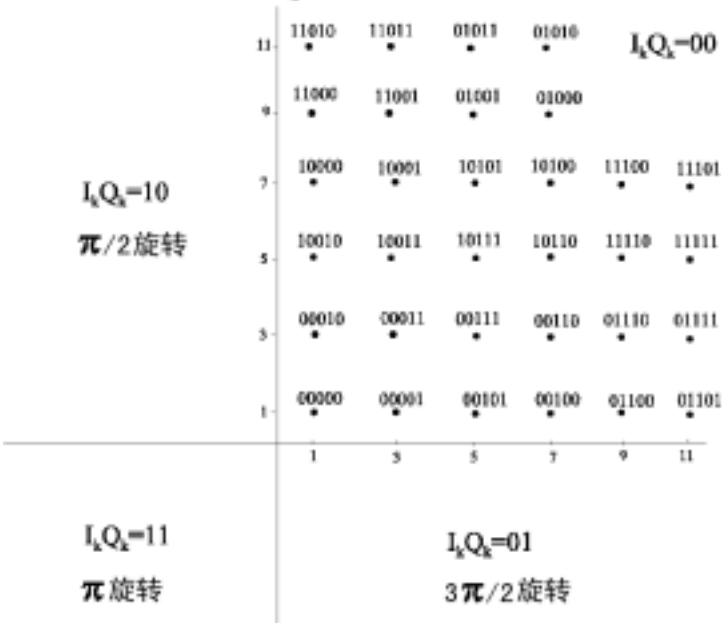
该系统调制方式采用 16-QAM、32-QAM、64-QAM、128-QAM 或 256-QAM（正交幅度调制），星座图见图 8，星座图代表了有线系统中传送的信号。

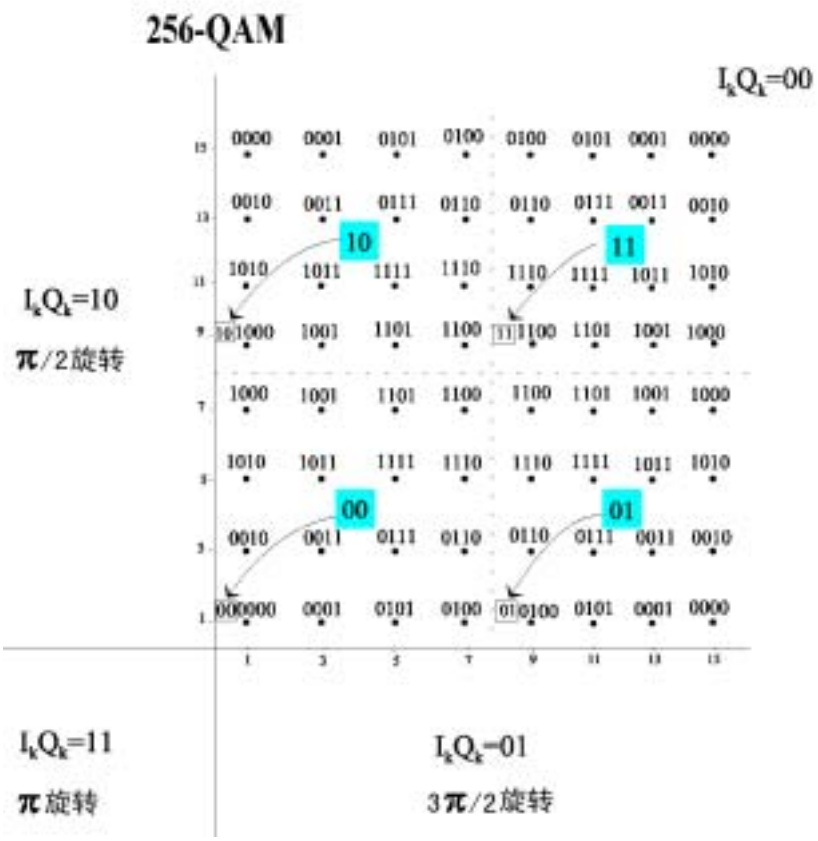




64-QAM

128-QAM





I_kQ_k 为每象限的两个 MSB 位。

图 8 16-QAM、32-QAM、64-QAM、128-QAM 和 256-QAM 星座图

如图 8 所示，通过改变两个 MSB 位（即 I_k 和 Q_k）并据表 1 给出的规则旋转 q 个 LSB 位，可将第 1 象限中的星座点变换至第 2、3、4 象限。

接收机至少应支持 64-QAM 调制。

表 1　图 8 星座图中的第 1 象限星座点到其它象限星座点的变换

象 限	MSB	LSB 旋转
1	00	
2	10	+π/2
3	11	+π
4	01	+3π/2

调制前，I、Q 信号需经升余弦平方根滚降滤波，滚降系数为 0.15。

附录 D 中表 D1 给出透明有线传送的例子。

理论上升余弦平方根滚降滤波器函数式应由下式定义：

$H(f) = 1, \ |f| < f_N(1-\alpha)$

$$H(f) = \left\{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sin\frac{\pi}{2f_N}\left[\frac{f_N-|f|}{\alpha}\right]\right\}^{\frac{1}{2}}, \ f_N(1-\alpha) \le |f| \le f_N(1+\alpha)$$

$H(f) = 0, \ |f| > f_N(1+\alpha)$

其中：$f_N = \frac{1}{2T_S} = \frac{R_S}{2}$ 是奈奎斯特频率，滚降系数 $\alpha = 0.15$。

发送端的滤波器特性在附录 C 中给出。

QAM 调制器的具体技术要求见附录 B。

10 数字信号电平

射频有线信道传输时，数字 QAM 信号(RMS)与模拟信号(峰值)功率电平差为-10dB ~0dB。

11 数字频道的载频

数字调制信号的频谱对称，能量均匀，因此数字频道的载频应安排在 8MHz 频道的中央位置。

附录 A
(标准的附录)
MPEG-2 数据信号的接口

本附录描述了以传送包（Transport Packet）形式发送和接收 MPEG-2 数据的设备的三种接口，即同步并行接口（SPI）、同步串行接口（SSI）、异步串行接口（ASI）。可以连接的设备包括 QPSK 解调器、QAM 调制器、复用器、解复用器或电信网适配器等。

这三种接口均采用 GB/T 17975.1-2000 规定的 188 字节的包结构（见图 A1）。同时也可以采用经 RS 编码的包（204 字节）（见图 A2）。

图 A1 和 A2 示出了输入数据流的不同格式。本附录所描述的接口不要求生成 RS 误码保护。

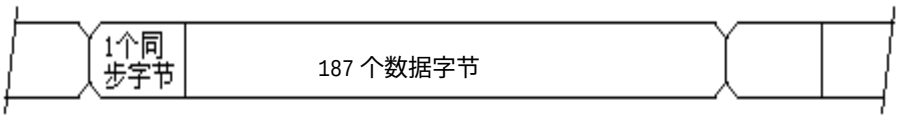


图 A1　MPEG-2 传送流

图 A2　经 RS 编码的 MPEG-2 传送流

SPI 接口主要用于覆盖中、短距离，即当设备相距较近时使用。A1 中描述的 SPI 接口的定义参考了 GB/T 17953-2000。A2 中规定的 SSI 接口可以看作是并行接口的扩展。在 A3 中就 ASI 接口做了规定。

如果通过电信网络把数据信号发送到前端，或者，如果利用前端把数据信号插入这样的网络，则必须满足对该网络有效的接口参数。对于准同步数字体系（PDH）网络，参考 ITU-T G.703。

A1　同步并行接口（SPI）

本节描述的 SPI 接口用于数据速率可变的并行传输系统。其中数据传输是通过 MPEG 传送流中的字节时钟来同步的。传输输送链路采用 LVDS（低压差分信号）、25 针连接。

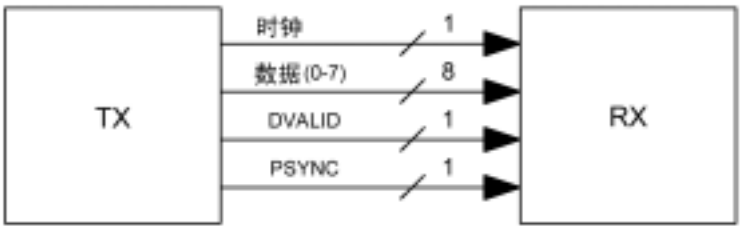


图 A3　并行传输系统

要发送的数据为 188 或 204 字节的 MPEG-2 传送包。包长为 204 字节时，数据包可能有 16 个填充字

节，此时，通过 DVALID（数据有效）信号识别这些填充字节。PSYNC（包同步）标志用于标明包的起始位置。时钟根据传输速率而定，数据同步于该时钟。

采用并行接口的设备应该支持图 A4、A5 和 A6 所示的三种传送格式。

A1.1　信号格式

时钟、数据和同步信号均并行传输，即 8 个数据位、一个 MPEG-2 PSYNC 信号和一个 DVALID 信号一起传送。所有的信号均与时钟信号同步，且以 NRZ（非归零）形式编码。

图 A4　188 字节包的传输格式

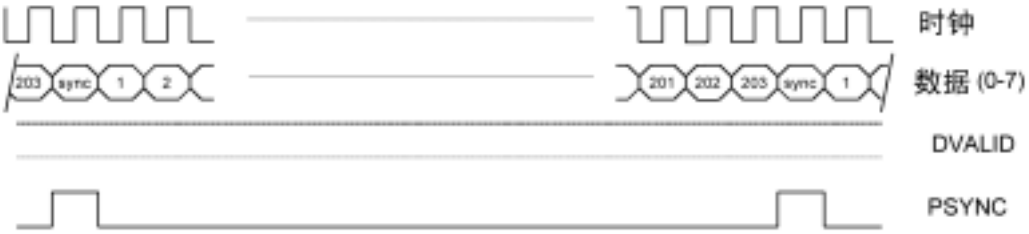


图 A5　204 字节包的传输格式（188 个数据字节及 16 个填充字节）

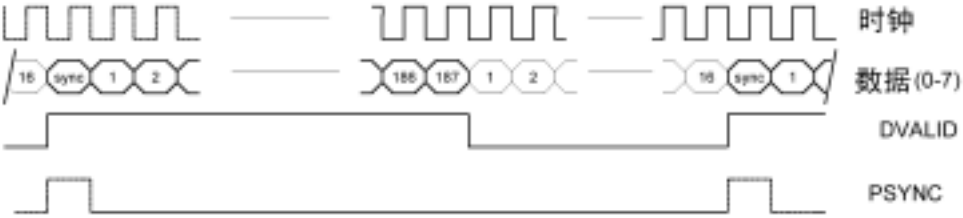


图 A6　经 RS 编码包（204 字节）的传输格式

数据（0-7）：传送包数据字（8 比特：0-7），其中数据 7 为最高位（MSB）；

DVALID：逻辑“1”有效，指示接口的有效数据。在 188 字节方式下，恒为高。在 204 方式下，逻辑低状态表示不校验 RS 冗余字节；

PSYNC：逻辑“1”有效，通过发同步字节信号，指示传送包的起始位置。

A1.2　时钟信号

时钟为方波信号，这里 0 到 1 的跳变表示数据转换时间。时钟频率 fp 取决于传输速率：

·传输未插入 RS 编码或填充的附加字节时（包长为 188 字节）：fp = fu / 8；

·传输插入 RS 编码或填充的附加字节时（包长为 204 字节）：fp = (204 / 188) * fu / 8。

频率 fu 对应于 MPEG-2 传送层的有用比特率 Ru。时钟频率 fp 不应超过 13.5MHz。

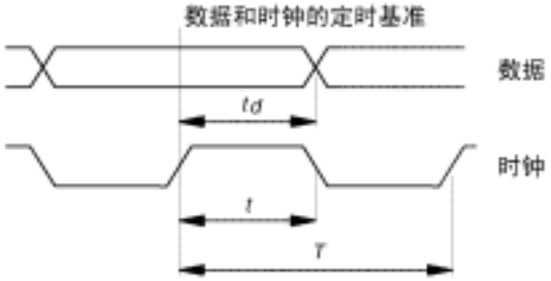


图 A7　时钟对数据的定时（在发端）

时钟周期：T = 1 / fp；

时钟脉冲宽度：t = T/2 ± T/10；

数据保持时间：t_d= T/2 ± T/10。

A1.3　接口的电气特性

该接口使用 11 个线驱动器和 11 个线接收器，每个线驱动器都具有平衡输出，相对应的线接收器具有平衡输入（见图 A8）。线驱动器和接收器都必须是 LVDS 兼容的，即允许使用 LVDS。所有数字信号时间间隔均在半幅值点之间进行测量。

a）逻辑约定

对于二进制 “1”线驱动器的端子 A 相对端子 B 为正，而对于“0”，则为负（见图 A8）。

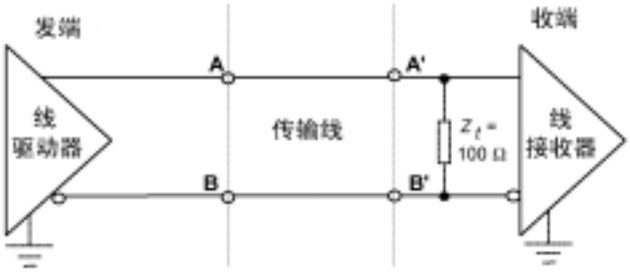


图 A8　线驱动器与线接收器的互连

b）线驱动器特性

输出阻抗：最大 100Ω

共模电压：1.125V ～1.375V

信号幅度：247mV ～ 454 mV

上升和下降时间：具有 100Ω电阻负载且在 20%～80%峰值间测量时，小于 T/7。上升与下降时间差不应超过 T/20。

c）线接收器特性

输入阻抗：90Ω~ 132Ω；

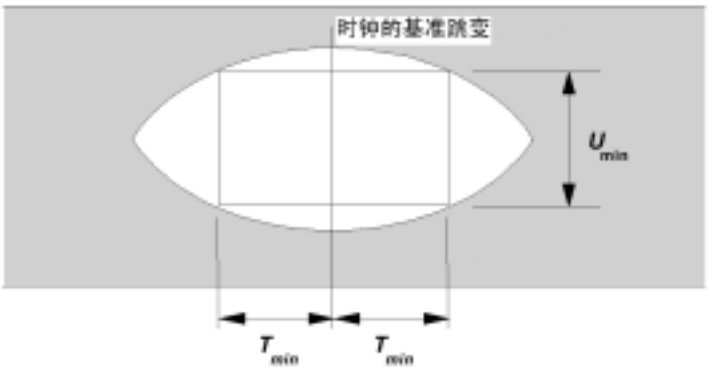
最大输入信号： 2.0 V_{P-P}；

最小输入信号： 100m V_{P-P}；

在数据检测点上，当随机数据信号产生如图 A9 中眼图所表示的状态时，线接收器应该正确读出二进制数据。

最大的共模信号为 ±0.5V，其中包括 0 ~ 15 kHz 范围内的干扰（两个端子均接地）。

差分延时，当时钟对数据的差分延时范围在±T/3 之间时，应正确取出数据（见图 A9）。



T_{min} = T/3， U_{min} = 100mV

图 A9　相应于最小输入信号电平的理想眼图

A1.4　连接器的机械特性

接口采用 25 针 D 型超小型连接器（ISO 文件 2110（1989）），各引脚的分配如表 A1。连接器通过螺扣锁定在一起。电缆一端为螺钉、设备一端为螺孔。螺纹为 UNC4-40 型。电缆端连接器采用插针，设备端连接器采用插孔。互连的电缆及连接器应进行屏蔽。

表 A1　25 针 D 型超小型连接器引脚的分配

引脚号	信号线	引脚号	信号线	引脚号	信号线	引脚号	信号线
1	时钟 A	8	数据 2A	15	系统地	22	数据 1B
2	系统地	9	数据 1A	16	数据 7B	23	数据 0B
3	数据 7A(MSB)	10	数据 0A	17	数据 6B	24	DVALID B
4	数据 6A	11	DVALID A	18	数据 5B	25	PSYNC B
5	数据 5A	12	PSYNC A	19	数据 4B		
6	数据 4A	13	电缆屏蔽	20	数据 3B		
7	数据 3A	14	时钟 B	21	数据 2B		

A2　同步串行接口（SSI）

本节描述了一个具有不同数据率的串行编码传输系统，其传输速率与数据速率相等。该接口为分层结构，MPEG-2 传送包为顶层（第 2 层），一对底层分别为物理和编码（第 0 层和第 1 层）。

SSI 所使用的线速率直接锁定于传送流速率上，其传送格式同样可以是图 A4、A5 及 A6 所示的形式，因此 SSI 在功能上等效于并行接口。由于链路与 TS 流同步，因此无需进行比特对齐操作。即便是几条链路级联时，该系统都应满足调制器时钟的高稳定度需求。

作为例子，考虑一个通过几个再广播步骤的信号，如图 A10 所示。在这个链路中，最后的时钟（QAM 调制器处）通过 4 个时钟再生电路的步骤，受控于编码器/复用器时钟。

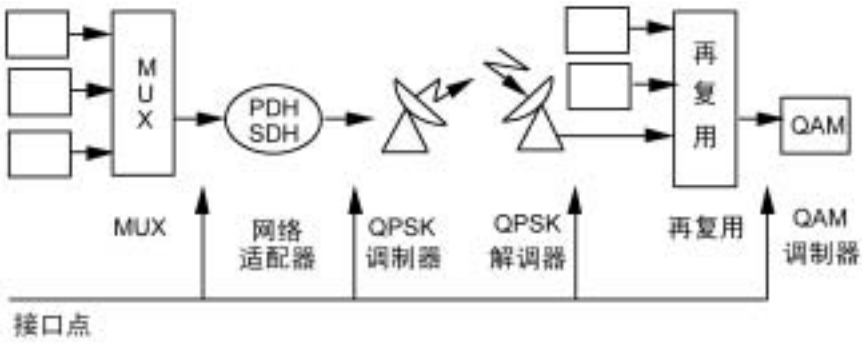


图 A10　级联接口举例

A2.1　SSI 传送系统概述

图 A11 和 A12 分别表示通过同轴电缆和光缆时，SSI 接口的主要部件。

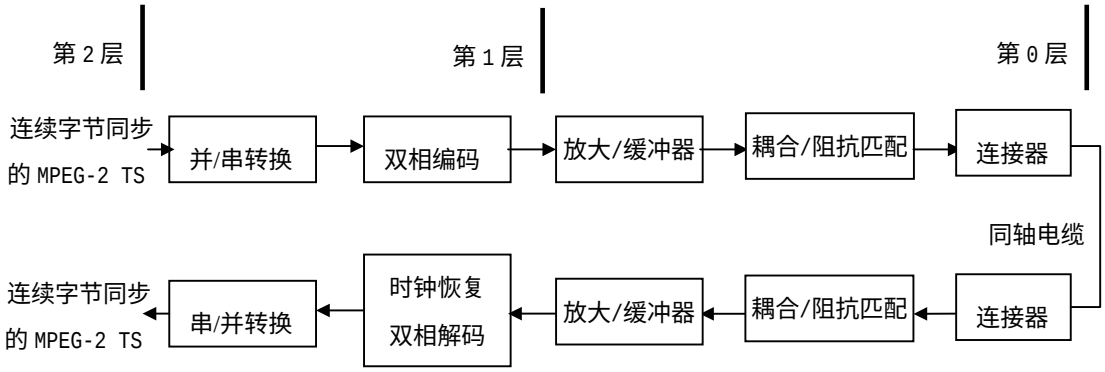


图 A11　同轴电缆为基础的串行传输链路（SSI-C）

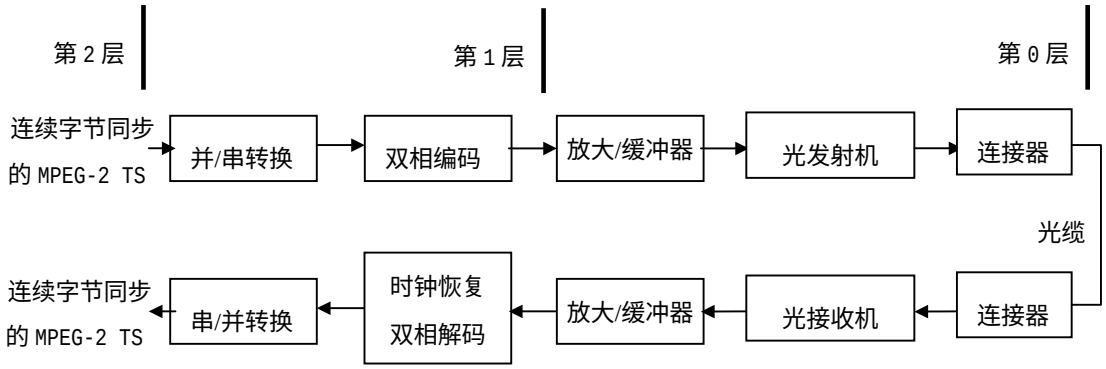


图 A12　光纤为基础的串行传输链路（SSI-O）

a)发送路径

要传输的数据为 MPEG-2 传送包，且为字节同步形式。传送流经并串转换，线数据流即锁定于 TS 数据流上。然后对串行信号进行双相标记编码。

在使用同轴电缆的情况下，将上述形成的信号经缓冲/驱动电路及耦合网络，实现阻抗匹配和直流隔离，最后送到电缆连接器。而在使用光缆时，串行比特则是经过光发射机（LED 或激光器）驱动电路，光发射机是通过连接器耦合到光缆上的；

b) 接收路径

来自同轴电缆的输入数据首先要通过连接器和耦合网络，耦合到恢复时钟和数据的电路上。而光纤传输时，则是通过光敏检波器进行光电转换，然后送到时钟和数据恢复电路。

在恢复了时钟和数据之后，即可对比特流进行双相解码。解码器要在串行比特流中搜索同步字，这是字节恢复及串并转换所必需的。

A2.2　SSI 的配置

SSI 互连在物理构成上包含两个节点：发送节点和接收节点。而链路就是指把数据从发送节点运载到接收节点的单向光纤或同轴电缆。互连的端口通过这种链路实现通信，即将视频或音频压缩、复用、调制等设备连接起来。此处规定的 SSI 接口仅用于点对点链路。

A2.3　SSI 的协议结构

SSI 协议结构分为三层：第 0 层、第 1 层、第 2 层。

A2.3.1　第 0 层：物理需求

物理层规定传输媒介、驱动器和接收器。传输采用双相标记编码。

本节提供 SSI 物理层（第 0 层）的规范。规定了同轴电缆和光缆应用的接口。链路为单向点对点。

A2.3.1.1　同轴电缆物理媒介需求

电缆标称特性阻抗为 75Ω。

传送的数据速率来自用户的数据速率，因此在用户数据速率较低时，链路可以较长。物理媒介的特性如下：

——提供从 SSI 第 1 层耦合到同轴电缆段的方法；

——提供发射器与接收器间同轴电缆的驱动；

——规定用于同步串行接口链路的电缆和连接器的类型和等级。

连接器的机械特性应符合 BNC 型，且满足接口规定的频率范围。

表 A2 及图 A13 和 A14 给出了在同轴电缆上同步发送的串行信号的要求。

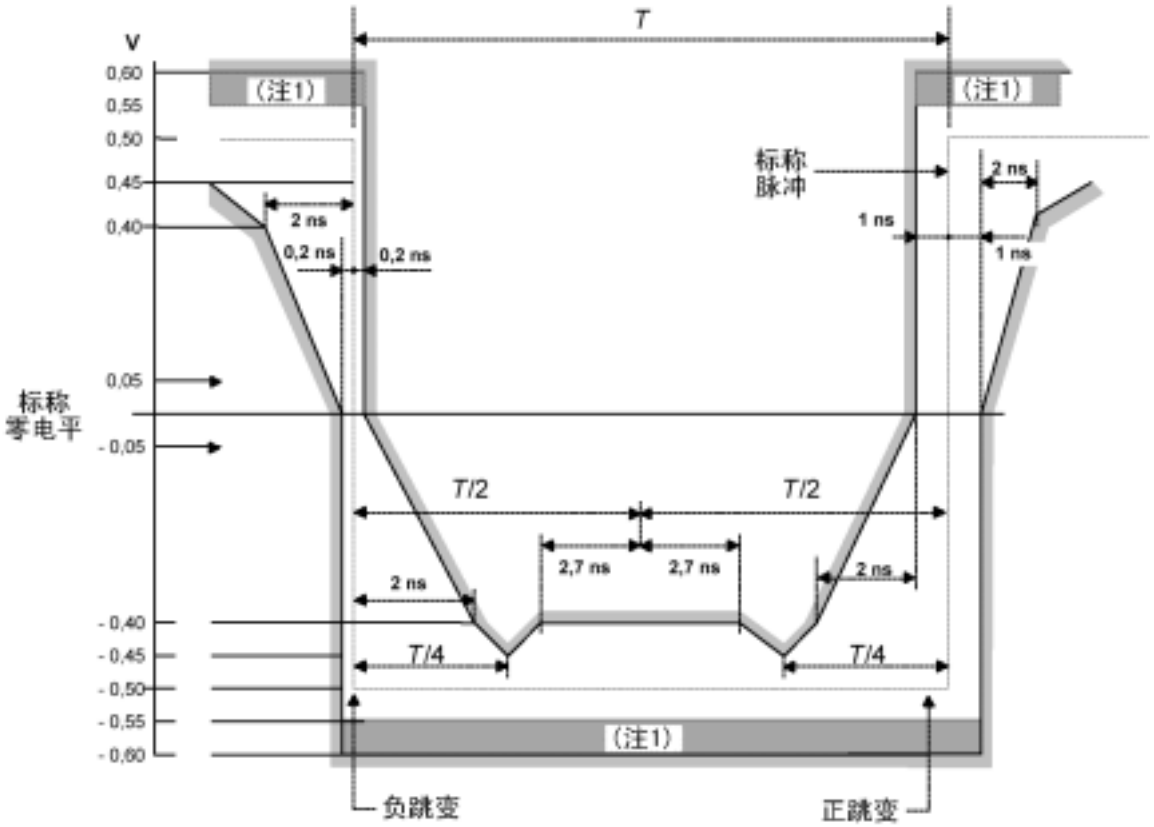
输入端口上的数字信号应与表 A3 及经互连同轴电缆特性修正的图 A13 和图 A14 相符。假定同轴电缆的衰减遵循近似$\sqrt{f}$ 律。在频率 70 MHz 处电缆的最大插入损耗为 12 dB。

表 A2　发射器输出特性

脉冲形状	符合图 A13 和 A14 所示的模板
峰-峰电压	1V ± 0.1V
上升/下降时间（10%-90%）	≤4 ns
跳变定时容限 （以负跳变 50%幅值点的平均值为基准）	负跳变：± 0.2 ns 在单位时间间隔边界上的正跳变：± 1 ns 在时间间隔中点上的正跳变：± 0.7 ns
反射损耗（75Ω）	在 3.5MHz~105 MHz 频率范围内：≥15 dB
输出端口上的最大峰-峰抖动	2 ns

表 A3　接收器输入特性

假定衰减遵循$\sqrt{f}$ 律，在 70MHz 处的最大损耗	12 dB
输入端口上的最大峰-峰抖动	4 ns
反射损耗（75Ω）	在 3.5MHz ~ 105 MHz 频率范围内：≥ 15 dB



注 1：最大“稳态”幅度应不超过极限值 0.55V。允许过冲和其它瞬变落入以幅度电平 0.55V 和 0.60V 为界限的有点的区域内，假定这种过冲和其它瞬变对稳态电平不超过 0.05V 以上。放宽过冲可以超过稳态电平之值的可能性，正在进行研究。

注 2：对于利用这些模板的全部测量，应该利用不小于 0.02μF（当数据速率 = 70 Mbit/s 时）的电容器，把信号交流耦合到用于测量的示波器输入端上。

这两个模板的标称零电平都应与示波器无输入信号时的扫描线对齐。然后，加上信号，可以以满足两个模板的极限值为目标，调节扫描线的垂直位置。对于这两个模板，这样的调节应是相同的，而且，应该都不超过 ±0.05V。这可以通过再把输入信号去掉并核实扫描线是否居于这两个模板的标称零电平± 0.05V 的范围内来校验。

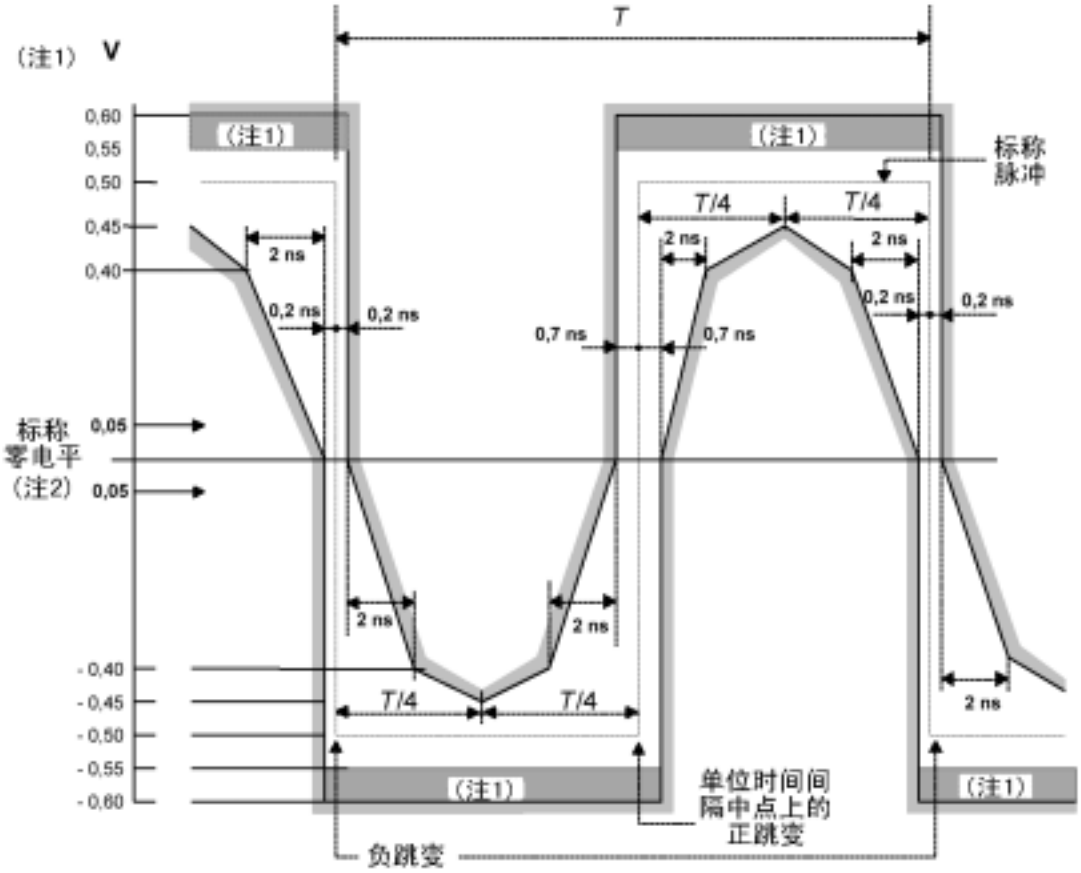
注 3：当把这两个脉冲模板以对共用定时基准有相同关系固定下来，即当它们的标称起始沿与终结沿分别相一致时，在已编码序列中的每一个脉冲都应满足有关模板的极限值，而与前面的或后面的脉冲的状态无关。这些模板已考虑了在与接口信号源有关的定时信号中出现高频抖动。

当利用示波器技术来确定脉冲与模板的相符性时，为了抑制低频抖动的影响，使脉冲的连续扫描线重叠是重要的。这可以通过几种技术来实现，比如，靠被测波形触发示波器；把同一时钟信号接到示波器和脉冲输出电路上。这些技术需要进一步研究。

注 4：对于这些模板，应该在-0.40V 与 0.40V 之间测量上升时间和延迟时间，而且，其值不应超过 4ns。

注 5：倒相脉冲应该有相同的特性。注意，负跳变和正跳变电平的定时容限，分别为±0.2ns 和±1ns。

图 A13　逻辑“0”的脉冲模板



注 1：最大“稳态”幅度应不超过极限值 0.55V。允许过冲和其它瞬变落入以幅度电平 0.55V 和 0.60V 为界限的有点的区域内，假定这种过冲和其它瞬变对稳态电平不超过 0.05V 以上。放宽过冲可以超过稳态电平之值的可能性，正在进行研究。

注 2：对于利用这些模板的全部测量，应该利用不小于 0.02μF（当数据速率 = 70 Mbit/s 时）的电容器，把信号交流耦合到用于测量的示波器输入端上。

这两个模板的标称零电平都应与示波器无输入信号时的扫描线对齐。然后，加上信号，可以以满足两个模板的极限值为目标、调节扫描线的垂直位置。对于这两个模板，这样的调节应是相同的，而且，应该都不超过 ± 0.05V。这可以通过再把输入信号去掉并核实扫描线是否居于这两个模板的标称零电平± 0.05V 的范围内来校验。

注 3：当把这两个脉冲模板以对共用定时基准有相同关系固定下来，即当它们的标称起始沿与终结沿分别相一致时，在已编码序列中的每一个脉冲都应满足有关模板的极限值，而与前面的或后面的脉冲的状态无关。这些模板已考虑了输出级中符号间干扰所引起的高频抖动，但未考虑与接口信号源有关的定时信号中出现的高频抖动。

当利用示波器技术来确定脉冲与模板的相符性时，为了抑制低频抖动的影响，使脉冲的连续扫描线重叠是重要的。这可以通过几种技术来实现，比如，靠被测波形触发示波器；把同一时钟信号接到示波器和脉冲输出电路上。这些技术需要进一步研究。

注 4：对于这些模板，应该在-0.40V 与 0.40V 之间测量上升时间和延迟时间，而且，其值不应超过 4ns。

图 A14　逻辑“1”的脉冲模板

A2.3.1.2　与光纤物理媒介有关的需求

光纤媒介上的 SSI 数据码流传输是由多模或单模光纤将发射器与接收器相连接组成的。光纤种类由链路特性、长度和光纤连接器的型号决定。

ITU-T 规定了用于串行数据接口所用的光纤：多模：ITU-T G.651；单模：ITU-T G.652。光纤连接器按 IEC 874-14 规定采用 SC 型。

表 A4 描述了链路的光学特性，其中所有的参数均满足系统的温度、电压和寿命范围。

表 A4　SSI 链路光学特性

应用	机房内连接	机房间连接		
		短距离	长距离	
源的标称波长(nm)	1310	1310	1310	1550
光纤类型	ITU-T G.651	ITU-T G.652	ITU-T G.652	ITU-T G.652
距离(km)	＜ 2	＜ 15	＜ 40	＜ 60
发射器				
源的类型	LED	激光二极管	激光二极管	DFB(分布反馈)激光二极管
平均发射功率(dBm)				
最大	-8	-8	-8	0
最小	-15	-15	-15	-5
接收器				
最低灵敏度(dBm)注	-23	-28	-34	-34
最小过载(dBm)	-8	-8	-10	-10
最大光通道代价(dB)	1	1	1	1
注：该值为寿命终了值，厂验值应高 2dB ~4dB。				

A2.3.2　第 1 层：数据编码

SSI 第一层是进行与传输媒介无关的编解码处理，并且具有识别三种传输格式的功能（见图 A4、A5、A6），从而确保全透明地进行串行或解串行处理。

第一层的操作包括：

——识别三种传输格式；

——8 比特字节的并串转换，首先传输 MSB；

——发射器中的串行信号的双相标记编码。

在接收器中执行反向的操作。

在串行链路上三种传输格式间的区分按如下执行：

——188 字节包（见图 A4）传输格式的特征是同步字节 47H，周期为 188 字节；

——带有 16 个空字节的 204 字节包（见图 A5）的特征是同步字节 47H，周期为 204 字节；

——RS 编码的 204 字节包（见图 A6）的特征是同步字节反转为 B8H，其周期长度参见正文中有关内容。

A2.3.2.1　线路编码

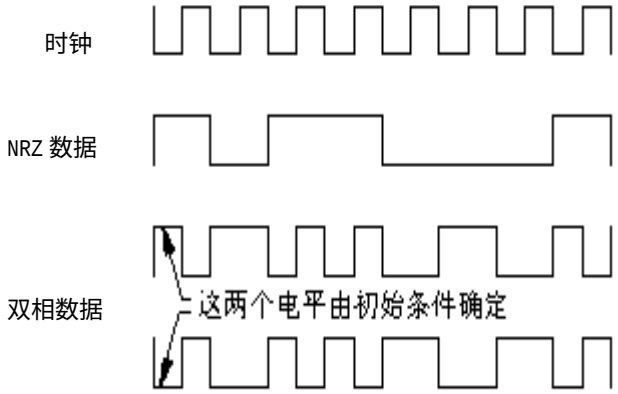
线路编码采用双相标记编码。图 A15（a）描述了双相标记编码规则，图 A15（b）说明其所需的媒介带宽是 NRZ 编码的两倍。

编码规则如下：

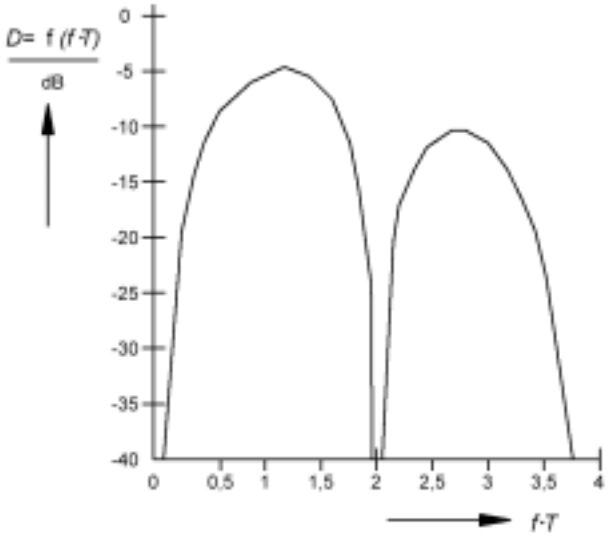
——不管值为“1”还是“0”，跳变始终发生在比特的起点上；

——对于逻辑“1”， 在比特的中点上还有一次跳变发生；

——对于逻辑“0”，在比特的中点上无跳变发生。



(a)　双相标记编码方案



(b)　双相标记码的频谱密度（T 为 NRZ 数据的比特持续时间）

图 A15 双向标记编码方案及码频谱密度

A2.3.2.2　字节同步

接收设备中的字节同步处理必须考虑两种包格式，即 188 字节包和 204 字节包。包同步字节（47H 或 B8H）用来保证字节对齐，从而初始化串并转换。通过识别同步字节及其值（47H 或 B8H）来恢复 DVALID 和 PSYNC 信号。

如果收到的包格式为 RS 编码的包（见图 A6），应将同步字节反转，以便恢复 TS 包的原始同步字节，并传送到第 2 层去。

A2.3.2.3　时钟恢复

在接收器中，时钟恢复电路直接从编码的数据流中将传送时钟提取出来。该时钟直接与用户数据率相对应。

A2.3.2.4　对误码率（BER）的要求

数据从第 1 层传到第 2 层时，BER 应小于 10^{-13}，即 BER 应在数据从双相标记解码器输出后进行测量。

A2.3.3　第 2 层：传送协议

SSI 第 2 层采用 GB/T 17975.1-2000 规定的 MPEG-2 传送流作为基本信息单元。第 2 层的定义中还包括 MPEG-2 传送包同步字节（47H），以使接收设备达到同步。第 2 层上的传送包应包括三种格式（见图 A4、A5、A6）。

A3　异步串行接口（ASI）

ASI 为具有不同数据速率的串行编码传输系统，其传输速率是恒定的。该系统为分层结构，层 2 使用 MPEG-2 标准 GB/T 17975.1-2000，层 0 和 1 是基于 ANSI 标准 X3 T11/级 FC-1 和 FC-0。

来自不同设备的传送流可能具有不同的数据速率。由于采用恒定的传输速率，因此接收时钟是恒定的。同时采用 PLL 电路来恢复原始时钟速率。其中所需的传输设备的输入和输出均为 MPEG-2 格式的字节。

尽管 FC 支持单模光纤、多模光纤、同轴电缆及双绞线的接口，但本附录中仅定义了两种形式的接口：同轴电缆和采用 LED 发射器的多模光缆。

本附录规定的 ASI 接口没有采用 ISO/IEC 规定的 265.625Mbit/s 传送速率，而是采用了 270.000 Mbit/s 的传输速率。

A3.1　ASI 传送系统概述

图 A16 和 A17 分别表示了经同轴电缆和光缆的 ASI 传送方式。

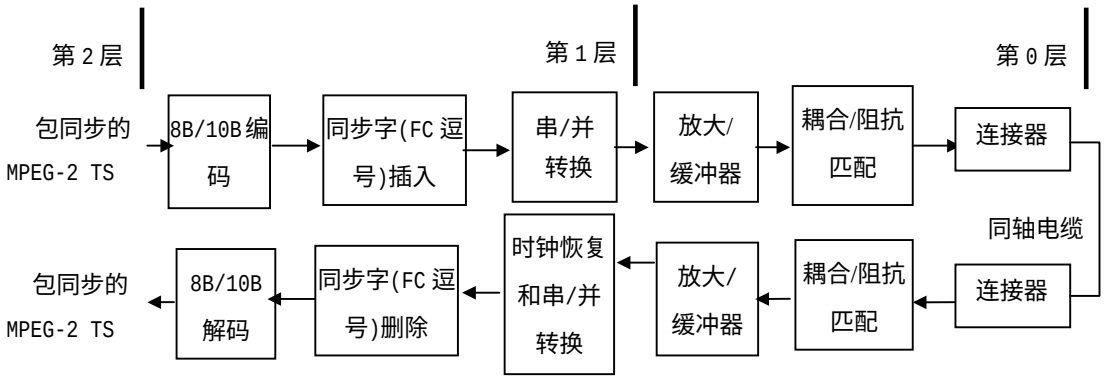


图 A16　同轴电缆构成的 ASI 传输链路

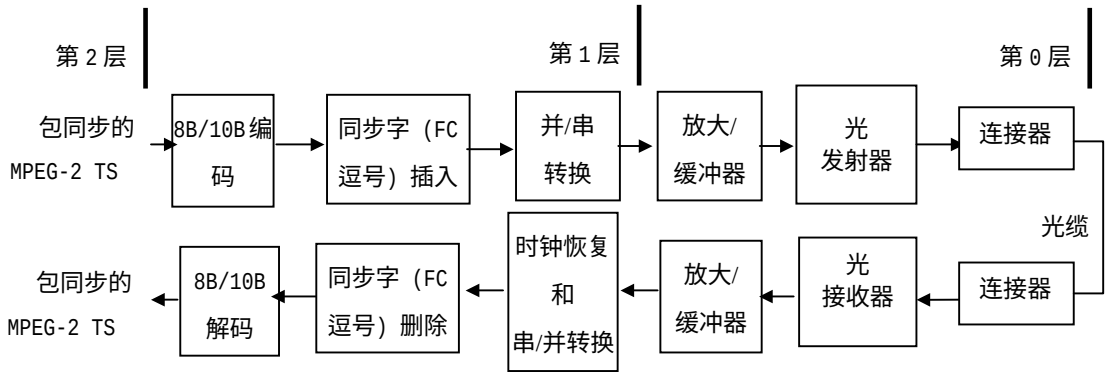


图 A17　光缆构成的 ASI 传输链路

将要传输的数据是字节同步的 MPEG-2 传送包。首先要对字节进行 8B/10B 编码，由每个 8 比特字节产生一个 10 比特的字。然后对这些 10 比特字进行并/串转换，其输出比特率固定为 270Mbit/s。在并/串转换器要求输入一个新字、而数据源还没有准备好新字时，应插入一个同步字，接收时将略掉这些同步字。使用同轴电缆时，所形成的串行比特流将通过缓冲/驱动电路、耦合网络，然后送到同轴电缆连接器上。而使用光缆时，则将此串行比特流送到 LED 发射器驱动电路，这个 LED 发射器是通过一个机械连接器耦合到光缆上。

到达同轴电缆的接收数据首先要经连接器和耦合网络耦合到恢复时钟和数据的电路上。使用光纤时，由光敏检波器进行光电转换，再送到时钟和数据的恢复电路。

已恢复的串行数据经 8B/10B 解码器变换回原始的 8 比特字节。为保证字节对齐，解码器要首先搜索同步字，该同步字的码型在 10 比特码字中是唯一的，与所有可能的由 8B/10B 编码器产生的输入数据字节均不同。一旦搜索到该同步字，即为随后接收的数据字标定了边界，从而建立了解码输出字节的正确的字节排列。

A3.2　ASI 的配置

ASI 接口包含两个物理节点：发送节点和接收节点。而链路就是指把数据从发送节点运载到接收节点的单向光纤或同轴电缆。互连的端口通过这种链路实现通信，即将视频或音频压缩、复用、调制等设备连接起来。此处规定的 ASI 接口仅用于点对点链路。

A3.3　ASI 的协议结构

ASI 协议结构分为三层：第 0 层、第 1 层、第 2 层。

A3.3.1　第 0 层：物理需求

物理层规定传输媒介、驱动器、接收器以及传输速率。物理接口有 LED 驱动的多模光纤和同轴电缆两种。基本速率定义为 270Mbit/s（传输信道速率）。第 0 层的基本单元为链路，图 A18 所示的 S 和 R 点为需要符合规定的点。

图 A18　串行链路第 0 层参考点

使用电缆时，抖动是以随机且与数据有关的抖动和占空系数失真的传统方式定义的。而在使用光缆时，抖动则是以随机抖动（RJ）和确定性抖动（DJ）的方式定义的。确定性抖动是与数据有关的抖动和占空系数失真之和。DJ 是由传输系统正常的电路效应所引起的定时失真造成的，包括信号上升与下降沿间的传播延时差，及传输部件和符号序列的有限带宽的相互作用。RJ 是由系统热噪声引起的，通常以高斯过程作为模型。

a）线路速率和比特定时

由 8B/10B 编码的线路速率为 270Mbit/s，因此媒介的传输速率为 270Mbaud。在发射器处进行串行变换时，采用一个固定的振荡器生成这个 270 Mbaud 速率，同时从这里产生出一个锁相的字节时钟，用于并行字节的移位。

接收器通常采用锁定于输入数据流比特跳变的锁相环（PLL）振荡器，来恢复串行传输时钟。然后从中分离出锁相的字节时钟，将字节并行移出，送到第 1 层处理部件上。

编码后的线路速率应为 270 Mbaud$\pm 10^{-4}$；

b）接收器定时信息的捕捉

接收器在排列接收到的字节之前，首先要捕捉到比特同步。这个捕捉时间的计算方法为从接收到有效输入信号起，到接收器同步于比特流，并且送出在系统规定的 BER 范围内重新定时的有效数据为止。比特同步必须在 1ms 内完成。

A3.3.1.1　电缆的特性

电缆标称特性阻抗为 75Ω。

a）电缆连接器

该连接器应具有 BNC 型的机械特性。

连接器的电特性应能满足接口规定的使用频率范围；

b）电气特性

参数应符合系统的温度、电压和寿命范围，并且要在终接了 75Ω电阻终端时进行测量，所有的电气特性指标见表 A5。

接口应经过变压器耦合到同轴电缆系统上。测量框图见图 A19，发射器眼图见图 A20。

表 A5　ASI 链路的电气特性指标

发射器输出特性	单位	指标
输出电压（p-p）	mV	800 ± 10%
确定性抖动（DJ）（p-p）	%	10
随机抖动（RJ）（p-p）	%	8
反射损耗	dB	待定
最大上升/下降时间（20%-80%）	ns	1.2

接收器输入特性	单位	指标
最小灵敏度（D21.5 空闲模式）	mV	200
最大输入电压（p-p）	mV	880
S_{11}（范围：0.1-1.0 x 比特率）	dB	-17
最小分立连接器的反射损耗（0.3MHz-1GHz）	dB	-15

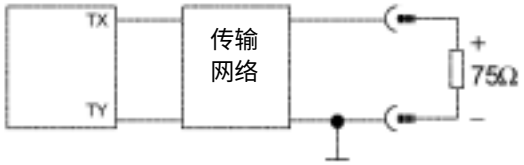


图 A19　同轴电缆发射器测量电路

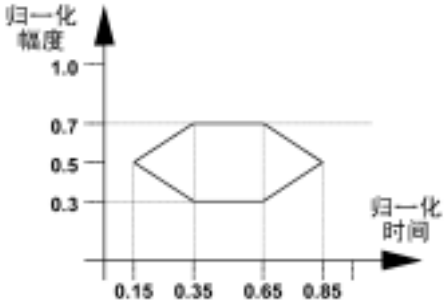


图 A20　发射器抖动眼图

A3.3.1.2　光缆的特性

光缆是经过一个单段光缆将发端与收端连接起来。除下述几点外，IEC 793-2 规定的 A1b 型光纤，标称直径为 62.5/125 μm，能够满足此处光缆的需要。在某些限制下，该系统能够使用各种光纤；但只有使用本附录所规定的光纤，才能满足本附录所提出的性能要求，并且能实现不同厂商设备的互操作。这里的规定是在 1300nm 波长测量的衰减小于或等于 1.5dB/km 时做出的。当传送所需光缆长度较短时，可以使用损耗较大的光纤。

在 1295nm 到 1365nm 范围内，每种光纤都应具有零色散波长，并且色散斜率不超过 0.110ps/(km*nm^2)色散特性见表 A6。

表 A6　色散特性

零色散波长λ_0（nm）	最大色散斜率 S_0 [ps/(km*nm^2)]
1295-1300	[λ_0-1900]/1000
1300-1348	0.110
1348-1365	[1458-λ_0]/1000

a）光缆连接器

光缆连接器为符合 IEC 874-14 的 SC 型连接器；

b）光学特性

对于 270Mbit/s 多模光纤接口，发送接口和接收接口参数可归纳如下：参数应满足系统的温度、电压和寿命范围。光学测量应在线路终接了上述规定的光连接器和光纤的条件下进行。光纤长度应足以确保均衡模式的分布。测量方法参照 EN 50083-6 第 3 章。

表 A7 及图 A21 给出了完整的技术要求。

表 A7　ASI 链路的光学特性指标

光链路参数	单位	指标
光纤芯直径	μm	62.5

发射器参数	单位	指标
类型		LED
频谱中心波长	nm	1280（最小） 1380（最大）
最大光谱宽度	nm FWHM	见图 A21
平均发射功率	dBm	-20（最小） -14（最大）
最小消失比	dB	9
确定性抖动（DJ）（p-p）	%	16
随机抖动（RJ）（p-p）	%	9
最大光上升/下降时间	ns	2.0/2.2

接收器参数	单位	指标
平均接收功率	dBm	-26（最小） -14（最大）
确定性抖动（DJ）（p-p）	%	19
随机抖动（RJ）（p-p）	%	9
最大光上升/下降时间	ns	3.0

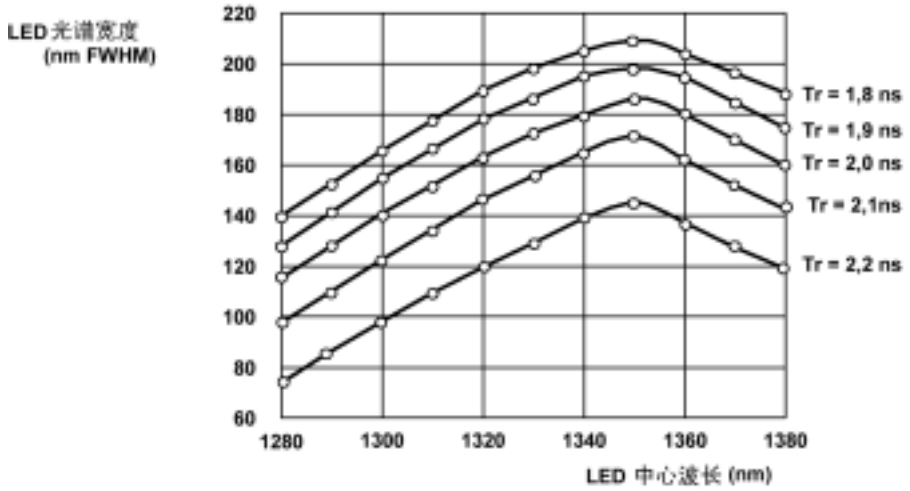


图 A21　发射器的光谱宽度

A3.3.2　第 1 层：数据编码

ASI 传输协议包括串行编码规则、专用字符及差错控制。该编码采用直流平衡的 8B/10B 传输码，即将每个 8 比特字节映射为 10 比特码。这种 10 比特码的游程长度等于或小于 4 比特且直流偏置最小，其差错校验是由无效传输码点和“游程”不等性实现的。

专用字符定义为编码数据字节未用的附加码点。其中最特别的是逗号字符（K28.5），用以建立在 ASI 传送链路中的字节同步。

a）编码要求

ASI 传送的第 1 层规定的是与传送媒介特性无关的编解码，采用 8B/10B 传输编码为链路提供自校验能力和字节同步。10B 传输码是按照“不等性”来定义的，即在所传输的串行数据流中比特“1”与比特“0”的个数之差，直流平衡也是通过这种不等性来实现的。每个 8B 码在 10B 码点映射中有两个输入，它们分别代表该 8B 码的正、负不等性。发射器通过选择要传输的 10B 码的恰当的正或负不等性，来维持所传输的串行比特流的游程不等性在±1 的范围内。而接收器将校验输入码流的游程不等性是否合适和无效 10B 码点是否正确，从而保证了字节级数据的完整性；

b）线路编码

ASI 接口第 1 层中采用 8B/10B 传输码，编码表见表 A8，主要的编码过程见第 A4 节；

c）字节同步

字节排列同步图形是 8B/10B 码中的 K28.5 码。在 5 字节窗内，收到两个相邻 K28.5 专用字符后，接收器就可认为是一个已正确排列的码流。在第二个 K28.5 后收到的第一个字节就应具有有效字节排列；

d）误码率（BER）的性能

数据从第 1 层传到第 2 层处测得的 BER 应小于 10^{-13}，即 BER 应在 8B/10B 解码器输出处测量；

e）包同步

每个第 2 层传送包之前至少应有两个同步码字（K28.5）。

A3.3.3　第 2 层：传送协议

ASI 第 2 层采用 MPEG-2 传送流的包结构作为其基本信息单元。传送包可以是连续字节的块（即传输码流的单个包中不插入同步字），也可以是插入同步字的单个字节，或者是连续字节和同步字的任意合成。此外 ASI 第 2 层协议规定，每个传送包前至少要有两个同步字（K28.5）。尽管包同步处理不是 ASI 传输协议定义的一部分，但第 2 层包定义中还是包括了 MPEG-2 传送包同步字（47H），以便接收设备实现包同步。

a）传送要求

ASI 接口第 2 层定义使用了 MPEG-2 传送流包的句法，还有附加要求，即每个传送包前至少应有两个同步码字 K28.5 字符。尽管没有插入的同步字，8B/10B 接收器也能维持同步（在同步建立之后），但这种包前的同步字节的条件可保证，一旦线路干扰使同步丢失时，在 1 个传送包之内即可再同步；

b）传送包格式

传送包结构符合 GB/T 17975.1-2000 对传送流包的规定。包长为 188 或 204 字节；

c）传送包定时

传送包可以是如图 A22 所示的突发连续字节块，也可以是如图 A23 所示的在时间上散布的单个字节。

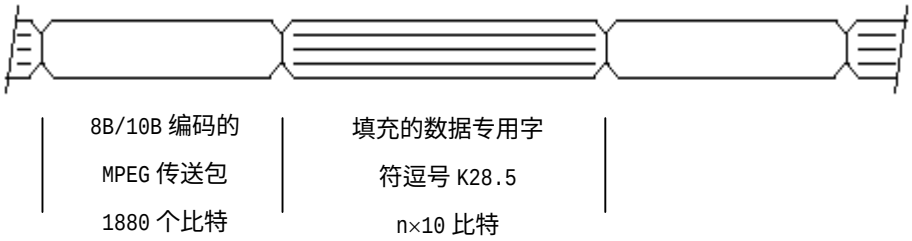


图 A22　带数据包的传输格式（以 188 字节为例）

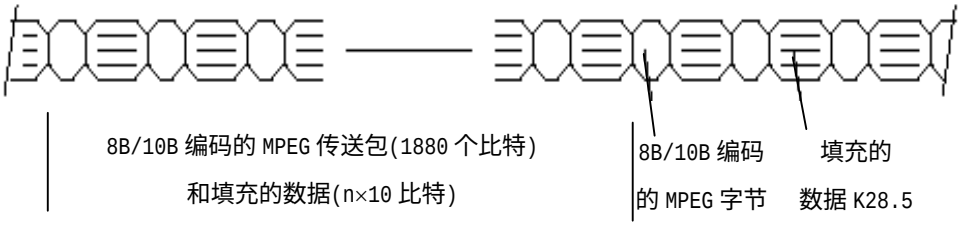


图 A23　带突发数据的传输格式（以 188 字节为例）

A4　8B/10B 编码表

表 A8　有效数据字符

数据	Bits	当前 RD -	当前 RD +	数据	Bits	当前 RD -	当前 RD +
字节名称	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj	字节名称	HGF EDCBA	abcdei fghj	abcdei fghj
D0.0	000 00000	100111 0100	011000 1011	D16.1	001 10000	011011 1001	100100 1001
D1.0	000 00001	011101 0100	100010 1011	D17.1	001 10001	100011 1001	100011 1001
D2.0	000 00010	101101 0100	010010 1011	D18.1	001 10010	010011 1001	010011 1001
D3.0	000 00011	110001 1011	110001 0100	D19.1	001 10011	110010 1001	110010 1001
D4.0	000 00100	110101 0100	001010 1011	D20.1	001 10100	001011 1001	001011 1001
D5.0	000 00101	101001 1011	101001 0100	D21.1	001 10101	101010 1001	101010 1001
D6.0	000 00110	011001 1011	011001 0100	D22.1	001 10110	011010 1001	011010 1001
D7.0	000 00111	111000 1011	000111 0100	D23.1	001 10111	111010 1001	000101 1001
D8.0	000 01000	111001 0100	000110 1011	D24.1	001 11000	110011 1001	001100 1001
D9.0	000 01001	100101 1011	100101 0100	D25.1	001 11001	100110 1001	100110 1001
D10.0	000 01010	010101 1011	010101 0100	D26.1	001 11010	010110 1001	010110 1001
D11.0	000 01011	110100 1011	110100 0100	D27.1	001 11011	110110 1001	001001 1001
D12.0	000 01100	001101 1011	001101 0100	D28.1	001 11100	001110 1001	001110 1001
D13.0	000 01101	101100 1011	101100 0100	D29.1	001 11101	101110 1001	010001 1001
D14.0	000 01110	011100 1011	011100 0100	D30.1	001 11110	011110 1001	100001 1001
D15.0	000 01111	010111 0100	101000 1011	D31.1	001 11111	101011 1001	010100 1001
D16.0	000 10000	011011 0100	100100 1011	D0.2	010 00000	100111 0101	011000 0101
D17.0	000 10001	100011 1011	100011 0100	D1.2	010 00001	011101 0101	100010 0101
D18.0	000 10010	010011 1011	010011 0100	D2.2	010 00010	101101 0101	010010 0101
D19.0	000 10011	110010 1011	110010 0100	D3.2	010 00011	110001 0101	110001 0101
D20.0	000 10100	001011 1011	001011 0100	D4.2	010 00100	110101 0101	001010 0101
D21.0	000 10101	101010 1011	101010 0100	D5.2	010 00101	101001 0101	101001 0101
D22.0	000 10110	011010 1011	011010 0100	D6.2	010 00110	011001 0101	011001 0101
D23.0	000 10111	111010 0100	000101 1011	D7.2	010 00111	111000 0101	000111 0101
D24.0	000 11000	110011 0100	001100 1011	D8.2	010 01000	111001 0101	000110 0101
D25.0	000 11001	100110 1011	100110 0100	D9.2	010 01001	100101 0101	100101 0101
D26.0	000 11010	010110 1011	010110 0100	D10.2	010 01010	010101 0101	010101 0101
D27.0	000 11011	110110 0100	001001 1011	D11.2	010 01011	110100 0101	110100 0101
D28.0	000 11100	001110 1011	001110 0100	D12.2	010 01100	001101 0101	001101 0101
D29.0	000 11101	101110 0100	010001 1011	D13.2	010 01101	101100 0101	101100 0101
D30.0	000 11110	011110 0100	100001 1011	D14.2	010 01110	011100 0101	011100 0101
D31.0	000 11111	101011 0100	010100 1011	D15.2	010 01111	010111 0101	101000 0101
D0.1	001 00000	100111 1001	011000 1001	D16.2	010 10000	011011 0101	100100 0101
D1.1	001 00001	011101 1001	100010 1001	D17.2	010 10001	100011 0101	100011 0101
D2.1	001 00010	101101 1001	010010 1001	D18.2	010 10010	010011 0101	010011 0101
D3.1	001 00011	110001 1001	110001 1001	D19.2	010 10011	110010 0101	110010 0101
D4.1	001 00100	110101 1001	001010 1001	D20.2	010 10100	001011 0101	001011 0101
D5.1	001 00101	101001 1001	101001 1001	D21.2	010 10101	101010 0101	101010 0101
D6.1	001 00110	011001 1001	011001 1001	D22.2	010 10110	011010 0101	011010 0101
D7.1	001 00111	111000 1001	000111 1001	D23.2	010 10111	111010 0101	000101 0101
D8.1	001 01000	111001 1001	000110 1001	D24.2	010 11000	110011 0101	001100 0101
D9.1	001 01001	100101 1001	100101 1001	D25.2	010 11001	100110 0101	100110 0101
D10.1	001 01010	010101 1001	010101 1001	D26.2	010 11010	010110 0101	010110 0101
D11.1	001 01011	110100 1001	110100 1001	D27.2	010 11011	110110 0101	001001 0101
D12.1	001 01100	001101 1001	001101 1001	D28.2	010 11100	001110 0101	001110 0101
D13.1	001 01101	101100 1001	101100 1001	D29.2	010 11101	101110 0101	010001 0101
D14.1	001 01110	011100 1001	011100 1001	D30.2	010 11110	011110 0101	100001 0101
D15.1	001 01111	010111 1001	101000 1001	D31.2	010 11111	101011 0101	010100 0101

表 A8　有效数据字符（续）

数据字节名称	Bits HGF EDCBA	当前 RD - abcdei fghj	当前 RD + abcdei fghj	数据字节名称	Bits HGF EDCBA	当前 RD - abcdei fghj	当前 RD + abcdei fghj
D0.3	011 00000	100111 0011	011000 1100	D16.4	100 10000	011011 0010	100100 1101
D1.3	011 00001	011101 0011	100010 1100	D17.4	100 10001	100011 1101	100011 0010
D2.3	011 00010	101101 0011	010010 1100	D18.4	100 10010	010011 1101	010011 0010
D3.3	011 00011	110001 1100	110001 0011	D19.4	100 10011	110010 1101	110010 0010
D4.3	011 00100	110101 0011	001010 1100	D20.4	100 10100	001011 1101	001011 0010
D5.3	011 00101	101001 1100	101001 0011	D21.4	100 10101	101010 1101	101010 0010
D6.3	011 00110	011001 1100	011001 0011	D22.4	100 10110	011010 1101	011010 0010
D7.3	011 00111	111000 1100	000111 0011	D23.4	100 10111	111010 0010	000101 1101
D8.3	011 01000	111001 0011	000110 1100	D24.4	100 11000	110011 0010	001100 1101
D9.3	011 01001	100101 1100	100101 0011	D25.4	100 11001	100110 1101	100110 0010
D10.3	011 01010	010101 1100	010101 0011	D26.4	100 11010	010110 1101	010110 0010
D11.3	011 01011	110100 1100	110100 0011	D27.4	100 11011	110110 0010	001001 1101
D12.3	011 01100	001101 1100	001101 0011	D28.4	100 11100	001110 1101	001110 0010
D13.3	011 01101	101100 1100	101100 0011	D29.4	100 11101	101110 0010	010001 1101
D14.3	011 01110	011100 1100	011100 0011	D30.4	100 11110	011110 0010	100001 1101
D15.3	011 01111	010111 0011	101000 1100	D31.4	100 11111	101011 0010	010100 1101
D16.3	011 10000	011011 0011	100100 1100	D0.5	101 00000	100111 1010	011000 1010
D17.3	011 10001	100011 1100	100011 0011	D1.5	101 00001	011101 1010	100010 1010
D18.3	011 10010	010011 1100	010011 0011	D2.5	101 00010	101101 1010	010010 1010
D19.3	011 10011	110010 1100	110010 0011	D3.5	101 00011	110001 1010	110001 1010
D20.3	011 10100	001011 1100	001011 0011	D4.5	101 00100	110101 1010	001010 1010
D21.3	011 10101	101010 1100	101010 0011	D5.5	101 00101	101001 1010	101001 1010
D22.3	011 10110	011010 1100	011010 0011	D6.5	101 00110	011001 1010	011001 1010
D23.3	011 10111	111010 0011	000101 1100	D7.5	101 00111	111000 1010	000111 1010
D24.3	011 11000	110011 0011	001100 1100	D8.5	101 01000	111001 1010	000110 1010
D25.3	011 11001	100110 1100	100110 0011	D9.5	101 01001	100101 1010	100101 1010
D26.3	011 11010	010110 1100	010110 0011	D10.5	101 01010	010101 1010	010101 1010
D27.3	011 11011	110110 0011	001001 1100	D11.5	101 01011	110100 1010	110100 1010
D28.3	011 11100	001110 1100	001110 0011	D12.5	101 01100	001101 1010	001101 1010
D29.3	011 11101	101110 0011	010001 1100	D13.5	101 01101	101100 1010	101100 1010
D30.3	011 11110	011110 0011	100001 1100	D14.5	101 01110	011100 1010	011100 1010
D31.3	011 11111	101011 0011	010100 1100	D15.5	101 01111	010111 1010	101000 1010
D0.4	100 00000	100111 0010	011000 1101	D16.5	101 10000	011011 1010	100100 1010
D1.4	100 00001	011101 0010	100010 1101	D17.5	101 10001	100011 1010	100011 1010
D2.4	100 00010	101101 0010	010010 1101	D18.5	101 10010	010011 1010	010011 1010
D3.4	100 00011	110001 1101	110001 0010	D19.5	101 10011	110010 1010	110010 1010
D4.4	100 00100	110101 0010	001010 1101	D20.5	101 10100	001011 1010	001011 1010
D5.4	100 00101	101001 1101	101001 0010	D21.5	101 10101	101010 1010	101010 1010
D6.4	100 00110	011001 1101	011001 0010	D22.5	101 10110	011010 1010	011010 1010
D7.4	100 00111	111000 1101	000111 0010	D23.5	101 10111	111010 1010	000101 1010
D8.4	100 01000	111001 0010	000110 1101	D24.5	101 11000	110011 1010	001100 1010
D9.4	100 01001	100101 1101	100101 0010	D25.5	101 11001	100110 1010	100110 1010
D10.4	100 01010	010101 1101	010101 0010	D26.5	101 11010	010110 1010	010110 1010
D11.4	100 01011	110100 1101	110100 0010	D27.5	101 11011	110110 1010	001001 1010
D12.4	100 01100	001101 1101	001101 0010	D28.5	101 11100	001110 1010	001110 1010
D13.4	100 01101	101100 1101	101100 0010	D29.5	101 11101	101110 1010	010001 1010
D14.4	100 01110	011100 1101	011100 0010	D30.5	101 11110	011110 1010	100001 1010
D15.4	100 01111	010111 0010	101000 1101	D31.5	101 11111	101011 1010	010100 1010

表 A8　有效数据字符（完）

数据字节名称	Bits HGF EDCBA	当前 RD - abcdei fghj	当前 RD + abcdei fghj	数据字节名称	Bits HGF EDCBA	当前 RD - abcdei fghj	当前 RD + abcdei fghj
D0.6	110 00000	100111 0110	011000 0110	D0.7	111 00000	100111 0001	011000 1110
D1.6	110 00001	011101 0110	100010 0110	D1.7	111 00001	011101 0001	100010 1110
D2.6	110 00010	101101 0110	010010 0110	D2.7	111 00010	101101 0001	010010 1110
D3.6	110 00011	110001 0110	110001 0110	D3.7	111 00011	110001 1110	110001 0001
D4.6	110 00100	110101 0110	001010 0110	D4.7	111 00100	110101 0001	001010 1110
D5.6	110 00101	101001 0110	101001 0110	D5.7	111 00101	101001 1110	101001 0001
D6.6	110 00110	011001 0110	011001 0110	D6.7	111 00110	011001 1110	011001 0001
D7.6	110 00111	111000 0110	000111 0110	D7.7	111 00111	111000 1110	000111 0001
D8.6	110 01000	111001 0110	000110 0110	D8.7	111 01000	111001 0001	000110 1110
D9.6	110 01001	100101 0110	100101 0110	D9.7	111 01001	100101 1110	100101 0001
D10.6	110 01010	010101 0110	010101 0110	D10.7	111 01010	010101 1110	010101 0001
D11.6	110 01011	110100 0110	110100 0110	D11.7	111 01011	110100 1110	110100 1000
D12.6	110 01100	001101 0110	001101 0110	D12.7	111 01100	001101 1110	001101 0001
D13.6	110 01101	101100 0110	101100 0110	D13.7	111 01101	101100 1110	101100 1000
D14.6	110 01110	011100 0110	011100 0110	D14.7	111 01110	011100 1110	011100 1000
D15.6	110 01111	010111 0110	101000 0110	D15.7	111 01111	010111 0001	101000 1110
D16.6	110 10000	011011 0110	100100 0110	D16.7	111 10000	011011 0001	100100 1110
D17.6	110 10001	100011 0110	100011 0110	D17.7	111 10001	100011 0111	100011 0001
D18.6	110 10010	010011 0110	010011 0110	D18.7	111 10010	010011 0111	010011 0001
D19.6	110 10011	110010 0110	110010 0110	D19.7	111 10011	110010 1110	110010 0001
D20.6	110 10100	001011 0110	001011 0110	D20.7	111 10100	001011 0111	001011 0001
D21.6	110 10101	101010 0110	101010 0110	D21.7	111 10101	101010 1110	101010 0001
D22.6	110 10110	011010 0110	011010 0110	D22.7	111 10110	011010 1110	011010 0001
D23.6	110 10111	111010 0110	000101 0110	D23.7	111 10111	111010 0001	000101 1110
D24.6	110 11000	110011 0110	001100 0110	D24.7	111 11000	110011 0001	001100 1110
D25.6	110 11001	100110 0110	100110 0110	D25.7	111 11001	100110 1110	100110 0001
D26.6	110 11010	010110 0110	010110 0110	D26.7	111 11010	010110 1110	010110 0001
D27.6	110 11011	110110 0110	001001 0110	D27.7	111 11011	110110 0001	001001 1110
D28.6	110 11100	001110 0110	001110 0110	D28.7	111 11100	001110 1110	001110 0001
D29.6	110 11101	101110 0110	010001 0110	D29.7	111 11101	101110 0001	010001 1110
D30.6	110 11110	011110 0110	100001 0110	D30.7	111 11110	011110 0001	100001 1110
D31.6	110 11111	101011 0110	010100 0110	D31.7	111 11111	101011 0001	010100 1110

表 A9　有效专用字符

专用码名称	当前 RD - abcdei fghj	当前 RD + abcdei fghj
K28.0	001111 0100	110000 1011
K28.1	001111 1001	110000 0110
K28.2	001111 0101	110000 1010
K28.3	001111 0011	110000 1100
K28.4	001111 0010	110000 1101
K28.5	001111 1010	110000 0101
K28.6	001111 1000	110000 1001
K23.7	111010 1000	000101 0111
K27.7	110110 1000	001001 0111
K29.7	101110 1000	010001 0111
K30.7	011110 1000	100001 0111

表 A8 中所用编码符号的含义如下：

数据字节	d7	d6	d5		d4	d3	d2	d1	d0		
8B 信息字符	H	G	F		E	D	C	B	A		
10B 传输字符	a	b	c	d	e	i		f	g	h	j

比特 a 最先传输，表 A8 中的每一个有效数据字符都有一个相应的名称 Dx.y，其中

x 是比特 EDCBA 的十进制值：$(x)_{dec} \equiv (EDCBA)_{bin}$ ；

y 是比特 HGF 的十进制值：$(y)_{dec} \equiv (HGF)_{bin}$。

除了有效的数据字符以外，还将部分 10B 码字命名为有效专用字符 Kx.y，见表 A9。其中只有专用字符 K28.5（逗号）作为填充数据用于字节同步。

下面是编码过程举例。

MPEG 同步字节 47_{hex} 的码 = 0100 0111（数据字节名为 D7.2）

8B 信息字符	0	1	0		0	0	1	1	1		
10B 传送字符 RD+	1	1	1	0	0	0		0	1	0	1
10B 传送字符 RD-	0	0	0	1	1	1		0	1	0	1

编码取决于参数 RD（游程不等性）。RD 决定了传输期间 0 和 1 的比例，发端和收端在依据 RD 不同所得的码字间切换，即可维持直流平衡。RD 是基于两个子块来计算的：传输字符中的比特 abcdei 和比特 fghj。子块起始点的 RD 是前一子块计算所得的 RD。如果子块中包含的 1 比 0 多，或子块为 000111 或 0011，则该子块末尾的 RD 为正；如果子块中包含的 0 比 1 多，或子块为 111000 或 1100，则该子块末尾的 RD 为负；否则，即取前一个 RD。发端的 RD 预置为负，发射器可以有正或负两种状态。收到的传输字符不管是否有效，都应被用作接收器的当前 RD 应用于下一个传输字符。

8B/10B 传输码的冗余度可以用作差错检出。

前一个改变比特流 RD 的差错会导致码违规的产生，从而在当前传送字符中产生可检出的差错。举例见表 A10。

表 A10　延时的码违规举例

	RD	字符 1	RD	字符 2	RD	字符 3	RD
传输字符流	-	D21.1	-	D10.2	-	D23.5	+
传输比特流	-	101010 1001	-	010101 0101	-	111010 1010	+
出错后的比特流	-	101010 1011	+	010101 0101	+	111010 1010	+
已解码的字符流	-	D21.0	+	D10.2	+	码违规	+

A5　SSI 实施指南及时钟恢复

A5.1　SSI 接口实施举例

为使在包括 TS 复用器、QPSK 调制/解调器、QAM 调制/解调器的实际 MPEG-2 设备链中的串行传输行之有效，建议 SSI 接口硬件如下所述。

该硬件包含两个适配模块：

——发射模块，做并/串转换，如第 A1 节所述；

——接收模块，做反转换，恢复并行的传送包。

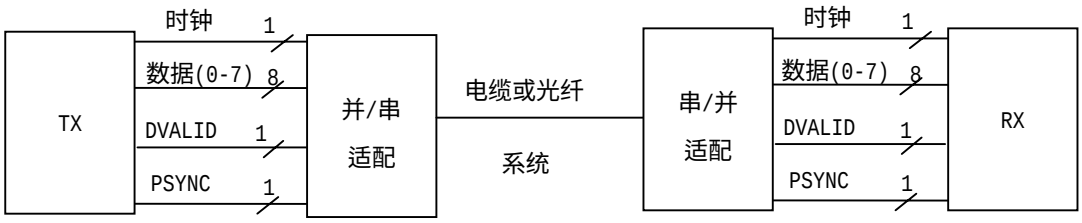


图 A24　适配模块的连接

A5.2　发射模块

主要功能有：

——并/串转换；

——由并行时钟乘以 8，产生串行时钟；

——双相标记编码（比如，可以使用 Manchester 双相标记编码器）；

——光纤传输时使用 LED 驱动器；

——同轴电缆传输时用电缆驱动器。

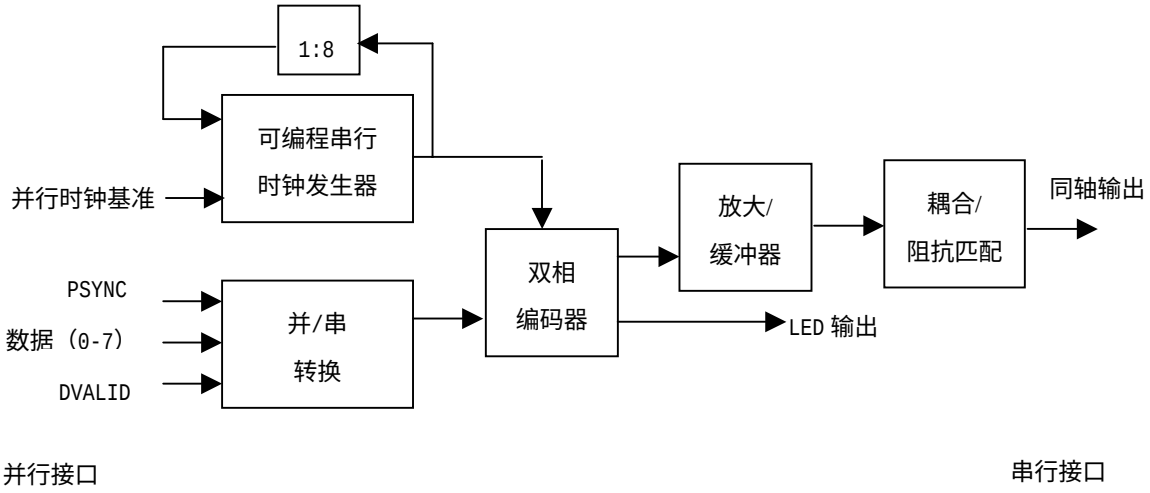


图 A25　发射模块实施举例

A5.3　接收模块

接收设备中字节同步处理需要考虑两种包格式，即 188 字节包和 204 字节的包。

自动字节同步可如下执行：

——首先，可假设为 188 字节的包格式，进行同步的尝试；

——如果第一次尝试不成功，则在 204 字节的包格式下进行同步。

主要功能有：

——同轴电缆接收时使用的电缆均衡器；

——光纤接收时使用的光接收器；

——时钟恢复及双相标记解码（比如，可以使用 Manchester 双相标记解码器）；

——字节同步与串/并转换。

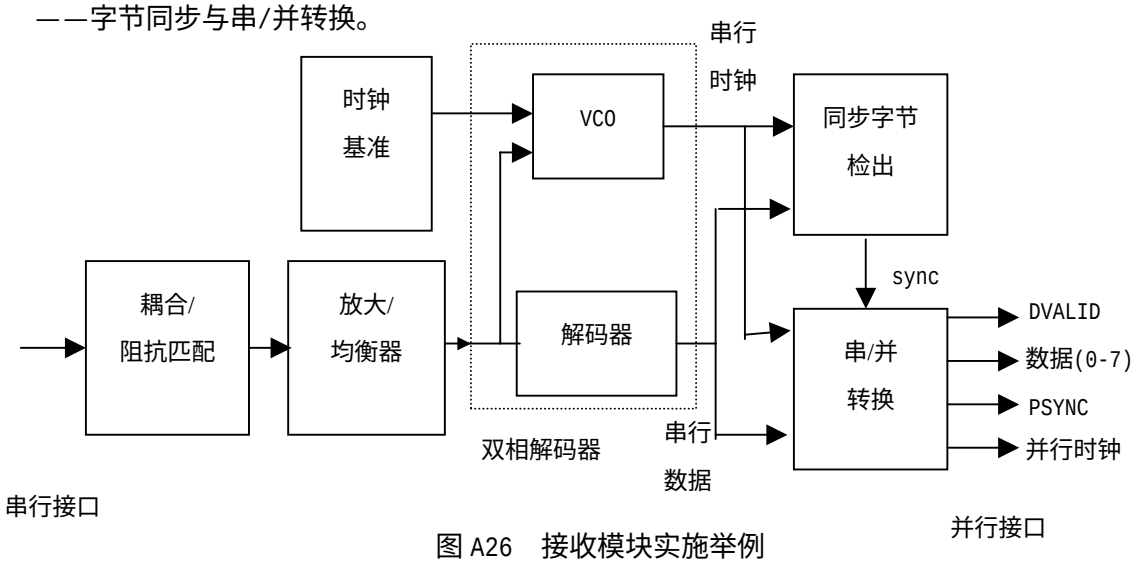


图 A26　接收模块实施举例

按照下述原则设计的接收模块，能够接收预定频率范围内任意频率的传送流：

——必须提供指示 PLL 是否锁定的信号；

——如果 PLL 未锁定，则逐步改变基准时钟的值，直到 PLL 锁定。

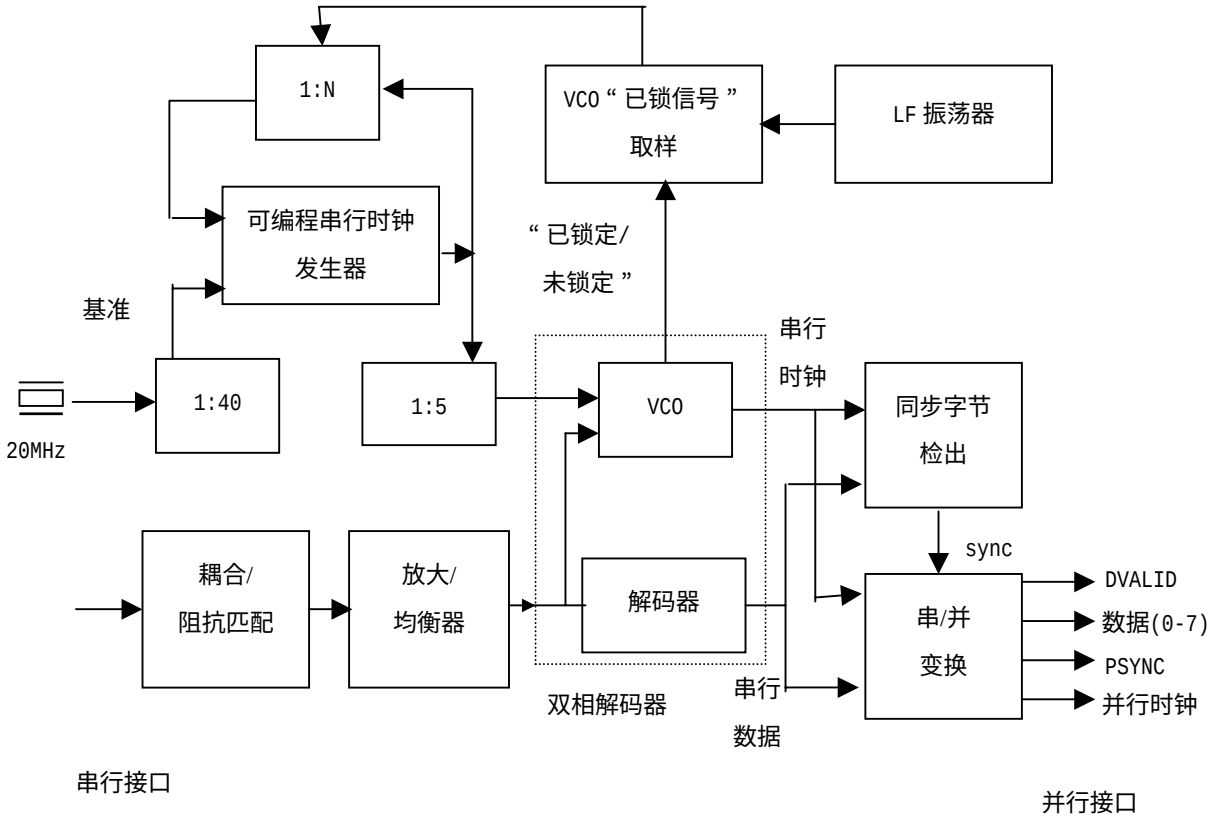


图 A27　SSI 灵活的数据率接收模块实施举例

A5.4　物理媒介

可以使用各种物理媒介：

a）同轴电缆

按照第 A2.3.1.1 节的要求，可以使用下列典型链路：

RG 59 BU 型同轴电缆，最长距离为 100m；

RG 216 U 型同轴电缆，最长距离为 220m；

b）光缆

多模或单模：依据不同的配置，距离为几公里。

A6　ASI 实施指南及从 MPEG-2 包中分离时钟

ASI 接收器通常为调制器、复用器或电信网适配器这类复杂设备的输入部分。MPEG 规范提供了多种方式再生有效 MPEG 传送流。

图 A28 表示了两种应用：传送流时钟由后继设备确定；或从所传输信号本身提取。

关于从 ASI 数据流中再生时钟，下面给出了 PLL 电路上的信息。

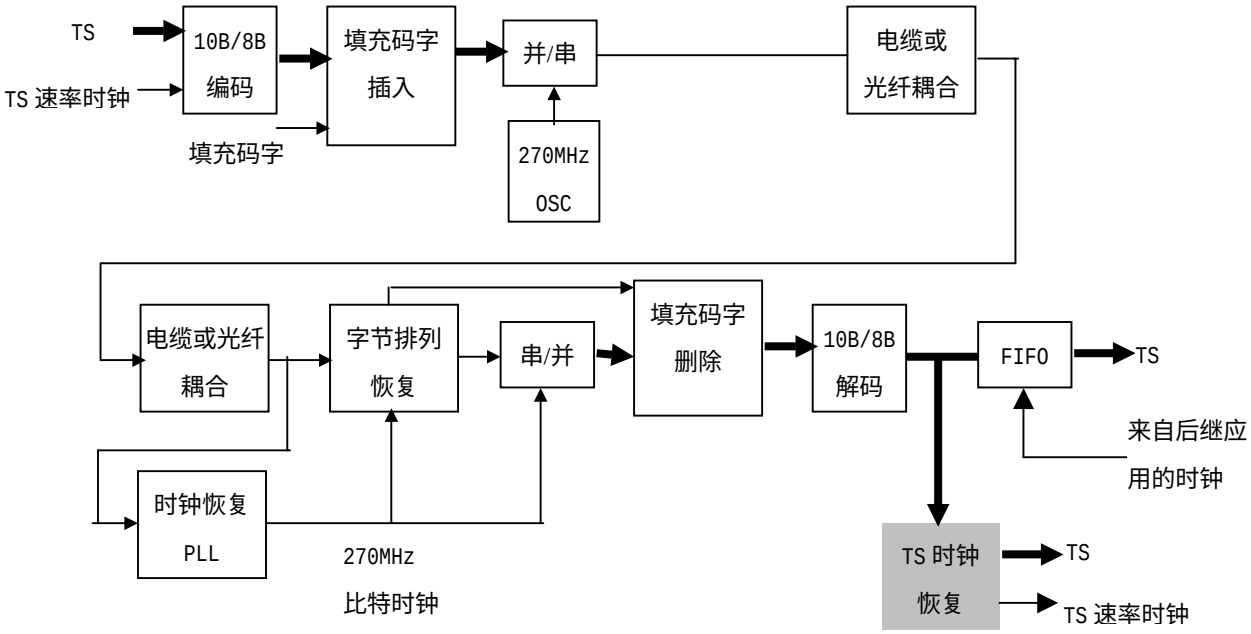


图 A28　带输出时钟的 ASI 链路（该时钟来自后继系统或时钟恢复）

ASI 本身引起的抖动仅约±40ns。因此，在大多数分配系统中，几乎不需要时钟/速率的恢复。但在需要恢复或平滑传送速率的情况下，下面的例子说明经包同步字节把输出时钟锁定到传送速率的可行性。

为了确保上述锁定信道发送速率锁频环对突发方式的数据包和线性分布的数据包两种情况是有用的，建议该锁频环采用包同步字节来定时。本例中，假设 MPEG-2 包以 10kHz 的标称速率到达，相当于比特率为 15.04Mbit/s。通过把相位锁定于到达的同步字节上，可以分离出包时钟和比特时钟。所使用的电路是二阶锁相环（PLL），如图 A29 所示。同步字检出器产生检出时间与假想时间之间的时间误差。这一误差驱动二阶环路滤波器，然后由该滤波器控制一个速率接近 10kHz 的 VCO（压控振荡器）或 PLL。

将此时钟乘以 1504，即可产生比特速率的时钟。

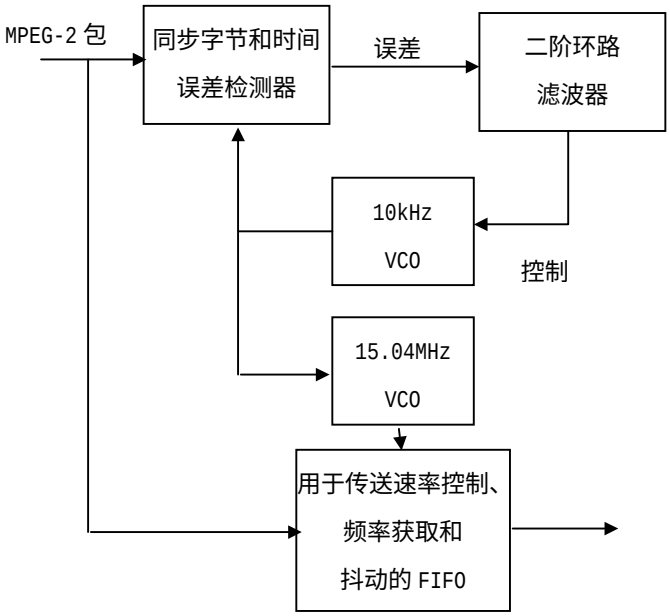


图 A29　用于时钟生成的锁相环

在这个简化的例子中，由于必须在很宽的频率范围内进行跟踪，对环路乘法器进行设置，假定传送速率是已知的。同时还假定了 MPEG 时钟定时限制。

本例中包括了 FIFO 缓冲器，其目的是：

——为输出速率控制部分提供平滑缓冲器；

——由于 PLL 电路要适应于变化着的传送率（它与时钟速率差可高达 6×10^{-5}），为处理此输入与输出间初始速率的差，需要提供一个时钟捕捉缓冲器；

——为接口或附加设备引起的包抖动（可能很小）提供缓冲。

表 A11 中包含了由图 A29 中电路的数字实现构成的偏差公式的数学分析和模拟。

假定到达速率为（带有±50μs 均匀抖动（θ_n））10kHz，假定取样速率为 10kHz，选择环路常数 K_1 和 K_2，使阻尼系数为 0.707、环路带宽为 52.5Hz，变量 ACCTn 为环路滤波器中的累加器，该变量收敛于正在到达的两个同步字节之间的时间间隔。因此，该变量的倒数为同步字节到达的速率。第一条曲线示出，在约 700 个取样（0.07 秒）之后，该速率收敛于 10kHz 的速率上。通过计算该倒数的平均值（Amean）和标准偏差（Asd），给出频率精度。当标准偏差约为 19ns 时，下一组计算给出了以秒为单位的时钟精度，偏差或抖动可以与捕捉时间折中，因为对于 MPEG-2 解码器而言视在包抖动要大于 19ns。

表 A12 给出了图 A29 电路在以抖动为±2ms 的传送速率条件下工作时的分析和模拟。环路仍在约 700 个取样（0.07 秒）时，获得同步。恢复时钟的精度，由基于频率的 Amean 和 Asd 和基于时间的 Tmean 和 Tsd 来描述。现在时间的标准偏差为 733ns，为表 A11 结果的 40 倍左右。这相对于当前对 MPEG-2 解码器所建议实时抖动的限制来说，仍然是很小的。

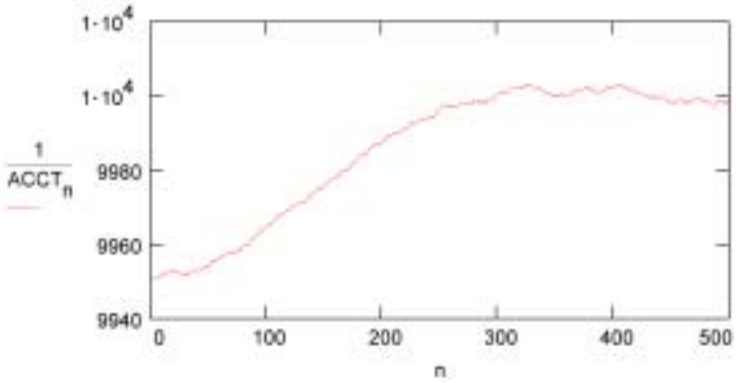
表 A11　抖动为±50μs 时，10kHz 时钟生成环的分析

$n := 0..20000 \qquad K1 := .014 \qquad K2 := .000098$

$T_0 := .0001$

$$\begin{bmatrix} \phi_0 \\ ACCT_0 \\ ACCP_0 \end{bmatrix} := \begin{pmatrix} 0 \\ 1.005 \cdot T_0 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \theta_n := 1.0 \cdot (rnd(1) - .5)$$

$$\begin{bmatrix} \phi_{(n+1)} \\ ACCT_{(n+1)} \\ ACCP_{(n+1)} \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} (n \cdot 1.00 + \theta_n) \cdot T_0 - ACCP_n \\ ACCT_n + K2 \cdot \phi_n \\ ACCP_n + K1 \cdot \phi_n + ACCT_n \end{bmatrix}$$



$$Amean := \frac{1}{10000} \cdot \left[\sum_{n=10001}^{20000} \left(\frac{1}{ACCT_n} \right) \right] \qquad Tmean := \frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} ACCT_n$$

$Amean = 1.000005167 \cdot 10^4 \qquad Tmean = 0.000099999487$

$$Asd := \sqrt{\frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} \left(\frac{1}{ACCT_n} - Amean \right)^2} \qquad Tsd := \sqrt{\frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} \left[(ACCT_n) - Tmean \right]^2}$$

$Asd = 1.9119 \qquad Tsd = 1.9118 \cdot 10^{-8}$

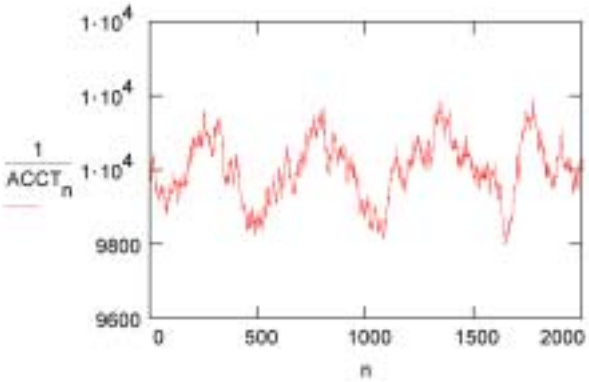
表 A12　抖动为±2ms 时，10kHz 时钟生成环的分析

$n := 0..20000 \qquad K1 := .014 \qquad K2 := .000098$

$T_0 := .0001$

$$\begin{bmatrix} \phi_0 \\ ACCT_0 \\ ACCP_0 \end{bmatrix} := \begin{pmatrix} 0 \\ 1.005 \cdot T_0 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \theta_n := 40 \cdot (rnd(1) - .5)$$

$$\begin{bmatrix} \phi_{(n+1)} \\ ACCT_{(n+1)} \\ ACCP_{(n+1)} \end{bmatrix} := \begin{bmatrix} (n \cdot 1.00 + \theta_n) - T_0 - ACCP_n \\ ACCT_n + K2 \cdot \phi_n \\ ACCP_n + K1 \cdot \phi_n + ACCT_n \end{bmatrix}$$



$$Amean := \frac{1}{10000} \cdot \left[\sum_{n=10001}^{20000} \left(\frac{1}{ACCT_n} \right) \right] \qquad Tmean := \frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} ACCT_n$$

$Amean = 1.000263885 \cdot 10^4 \qquad Tmean = 9.997947721 \cdot 10^{-5}$

$$Asd := \sqrt{\frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} \left(\frac{1}{ACCT_n} - Amean \right)^2} \qquad Tsd := \sqrt{\frac{1}{10000} \cdot \sum_{n=10001}^{20000} \left[(ACCT_n) - Tmean \right]^2}$$

$Asd = 76.636 \qquad Tsd = 7.647 \cdot 10^{-7}$

附录 B
（提示的附录）
QAM 调制特性

QAM 调制的主要技术要求：

调制	64-QAM 旋转不变编码；QAM 调制器（发射机）与 QAM 解调器（接收机）均应支持 64-QAM。
载波频率	适用于 8MHz 间隔。
载波频率容差	对于频率范围上限处测量的 64-QAM，容差为±2×10^{-5}。
频率范围	87MHz – 1GHz
符号率	STB 应至少支持 6Mbaud-6.952Mbaud 符号率范围内的一个速率。对于支持用于上行控制的带内信令的系统，该值应是 8kbaud 的倍数。
相位噪声	＜-75dBc/Hz @ 1kHz ＜-85dBc/Hz @ 10kHz ＜-100dBc/Hz @ 100kHz 及以上
信号元素编码	差分正交编码和正交的格雷编码
发射频谱	平方根升余弦特性。滚降系数：α=0.15
调制 I/Q 幅度失衡	＜0.2dB
调制 I/Q 时间差	＜0.02T（T=符号周期）
调制正交失衡	＜1.0 度
RF 物理接口输入的接收电平（下行带内信道）	50dBμV – 80dBμV（RMS）（75Ω）
解调器输入的 C/N（白噪声）	64-QAM：≥30dB@BER<1x10E-12（纠错后） （即 40Mbit/s 时每 7 小时一个错）
数字 QAM 信道（RMS）和模拟信道（峰值）的功率电平差	-10dB 至 0dB

附录 C
（提示的附录）
基带滤波器特性

图 C1 中给出的模板为实现奈奎斯特滤波器硬件的最低要求。该模板不仅考虑了数字滤波器设计的局限性，而且还考虑了对该系统模拟处理元件引入的人为因素（如：D/A 变换，模拟滤波等）。

0.85 f_N 通带内的带内波动值 r_m 和奈奎斯特波动值 r_N 均低于 0.4dB；带外抑制大于 43dB。

在 f_N 内，滤波器应保持群延时波动值 ≤0.1T_s(ns) 的相位线性。

其中，T_s = 1/R_s，T_s 为符号周期。

注：本附录给出的带内波动值和带外抑制度待进一步研究。

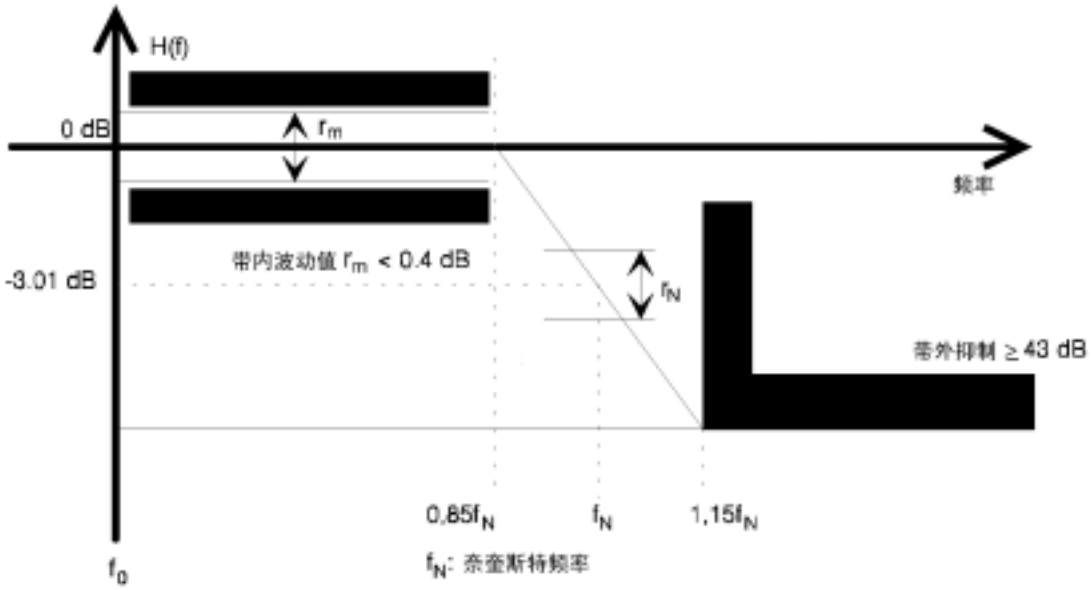


图 C1　半奈奎斯特基带宽滤波器幅频特性

附录 D
（提示的附录）
有线网的透明性

为在有线系统上实现不同业务的透明再传送，必须考虑在 8MHz 带宽信道中有线传送时系统所受的限制。采用 0.15 滚降系数时，在一个 8MHz 信道中理论上最大符号速率为 6.96Mbaud。

表 D1 给出了 16、32 和 64-QAM 调制在有线传送时可能的符号速率和不同有用比特率下占用带宽的例子。

为实现全透明，外来接入系统和二次分配有线网络应该使用相同的有用比特率（不包括 RS 编码）。

表 D1 的上半部分，给出了比特率为 38.1Mbit/s 的卫星透明传送例子，可用于许多现有的卫星应用（见引用标准 GB/T 17700-1999）。使用 64-QAM，这一比特率可非常有效地在一个 8MHz 有线信道中重新发送。使用 32-QAM，与地面准同步数字体系（PDH）网络兼容的比特率可在一个 8MHz 信道中重新发送。

由于实际应用中，可能会遇到网络性能的局限性、业务需求（例如附加数据/声音业务）、一次分配系统的特性（如卫星、光纤）、或其他制约，该系统还具备适用于多种用途的能力，如表 D1 中下半部分。

注：卫星有用比特率 R_u 的例子取自 GB/T 17700-1999。

表 D1　有线网络上透明再传送和频谱有效使用举例

有用比特率 R_u (MPEG-2 传送层)[Mbit/s]	包含 RS(204,188)的总比特率 R_u' [Mbit/s]	符号速率 [Mbaud]	占用带宽[MHz]	调制方式
38.1	41.34	6.89	7.92	64-QAM
31.9	34.61	6.92	7.96	32-QAM
25.2	27.34	6.84	7.86	16-QAM
31.672PDH	34.367	6.87	7.90	32-QAM
18.9	20.52	3.42	3.93	64-QAM
16.0	17.40	3.48	4.00	32-QAM
12.8	13.92	3.48	4.00	16-QAM
9.6	10.44	1.74	2.00	64-QAM
8.0	8.70	1.74	2.00	32-QAM
6.4	6.96	1.74	2.00	16-QAM

中　华　人　民　共　和　国
广播电影电视行业标准
有线数字电视广播信道编码与调制规范
GY/T 170—2001
*
国家广播电影电视总局标准化规划研究所出版发行
责任编辑：王佳梅
查询网址：www.sarft.gov.cn
北京复兴门外大街二号
联系电话：（010）66093424　　66092645
邮政编码：100866
版权专有　不得翻印
定价 40.00 元